

PRIRUČNIK O UPOTREBI SLOBODNOG SOFTVERA U UMETNIČKOM MUZIČKOM RADU

Autor: Vedran Vučić

Sadržaj:

Predgovor	3
Zahvale	5
Tipografske konvencije	6
Slobodan softver - nastanak i značaj	7
Upotreba GNU/Linux za audio i muzičke aktivnosti	8
Open SuSe 11.2 GNU/Linux	9
Tipovi audio i drugih muzičkih aplikacija	11
Osnove digitalnog snimanja audio signala – Istorijski kontekst	13
Digitalno snimanje audio signala personalnim kompjuterom	22
Upotreba programa Audacity i Rezoound	29
Kompresija audio signala: MP3, OGG, TAU - Početak razvoja	33
MP3 kompresija	34
OGG standard	35
TTA - Kodiranje bez gubitaka	36
MIDI - komunikacija između digitalnih muzičkih instrumenata	37
GM standard	38
MIDI komunikacija	38
MIDI poruke - muzički aspekti	39
MIDI predstavljanje visine tona	41
Rosegarden - razvijena MIDI i audio aplikacija	41
Napredna upotreba i razvoj MIDI standarda	46
SMPTE - sinhronizacija rada uređaja i audio-video signala	46
MIDI Time Code i SMPTE	49
Sinteza zvuka	49
Wavetable sinteza	52
Aditivna sinteza	53
Sinteza odbircima zvuka	56
Upotreba soundfontova u programu Rosegarden	59
Subtraktivna sinteza	66
Oponašanje analognih sintetizatora zvuka	70
Snimanje datoteka na CD i DVD: Kako je nastao CD?	72
Tehnički podaci	74
Vrste kompakt diskova	75
Metode snimanja na CD i CD – RW	77
Sistemi datoteka na kompakt disku	78
Upotreba programa ISO Master	80
DVD - Savremeni medij za podatke	81
Video DVD	82
Audio DVD	82
Upotreba programa K3B	82
Baze podataka	87
Priprema za kreiranje baze podataka	88
Kreiranje baze podataka u programu OpenOffice	90
Upravljanje bazom podataka putem web interfejsa	98
Kompjuterske mreže i mrežni servisi	103
Detalji tehnologije TCP/IP	104
Internet servisi	107
Istovremena distribucija informacija na više kompjutera	109
Načini povezivanja na Internet	112

Predgovor:

Umetnički rad savremenih umetnika je stavljen pred mnogobrojne izazove. Umetnici u svom školovanju najčešće nisu imali prilike da uče o savremenim tehnologijama i mogućoj upotrebi naučnih i tehnoloških istraživanja u savremenim umetničkim delima. Međutim, sloboda eksperimentisanja i umetnički napori umetnika širom sveta pokazuju da se savremene tehnologije i naučna istraživanja mogu uspešno koristiti u umetničkom radu.

Ubrzan tehnološki i naučni razvoj u mnogim zemljama je proizveo veći broj tehnoloških sredstava i stavio ih umetnicima na raspolaganje. Kompjuterski programi, razni uređaji, složene mašine i upravljački mehanizmi omogućavaju umetnicima nove načine izražavanja. Međutim, interdisciplinarnan pristup se nije ostvario samo u sferi realizacije umetničkog dela nego je postavio nove teorije i upostavio nove medije, koncepcije i promenio ulogu umetnika i prirodu umetničkog djela.

Iako ova oblast sama po sebi prevazilazi namere ovog priručnika izazove koje savremena tehnologija i naučna istraživanja postavljaju pred društvo i njegove kulturološke, tehnološke, metodološke i socijalne aspekte. Inertnost razvoja društava i promene političkih i pravnih sistema je na tim osnovama stvorila niz otpora i predrasuda. U skladu s time umetnici osećaju povećan otpor na te predrasude što u njima budi nove izazove i želju da se u celosti odupru tim predrasudama. Izazove i otpore predrasudama možemo podeliti na:

kulturološke

tehnološke

metodološke

socijalne.

Ovi izazovi su međusobno povezani i postavljaju veoma ozbiljna pitanja za uspešnu i kreativnu umetničku aktivnost umetnika. Zapostavljanje ovih pitanja ne samo da ne dovodi do pronalaženja odgovora na pitanja koja muče umetnike nego dovodi do smanjenja kvaliteta umetničkog rada, a umetnike dovodi do osećanja apatije i potrebe da se znanje potraži izvan ustaljenih institucija i načina umetničkog rada.

Kulturološki izazovi su zasnovani na otporu sledećim predrasudama:

- nauka i tehnologija nemaju svoje uporište u umetnosti
- komponovanje, sviranje, snimanje muzike, razni oblici umetničkog rada nisu povezani sa tehnologijom
- učenje tehnoloških i informatičkih predmeta oštećuje umetničku autentičnost umetničkog stvaranja i izraza
- spoznaja oblasti iz prirodnih nauka je lakše muškarcima nego ženama pa upotreba tehnologije i nauke ne odgovara ženama u umetnosti.
- upotreba informacionih i komunikacionih tehnologija u umetnosti nije dala zadovoljavajuće umetničke rezultate pa samim time nije potrebna u umetničkom obrazovanju i radu.

Tehnološki izazovi su zasnovani na otporu prema sledećim predrasudama:

- upotreba kompjutera, kompjuterskih programa, savremenih tehnologija u umetničkom radu je tehnološki suviše kompleksna i komplikovana i postavlja suviše

komplikovane tehnološke zahteve za umetnike

- merne jedinice i tehnološki standardi su često konfuzni i teški za razumevanje što onemogućava jasno razumevanje tehnologija i nauke
- razvoj informacionih i komunikacionih tehnologija je suviše brz pa svaki rezultat zastari u veoma kratkom roku

Metodološki izazovi se zasnivaju na otporu sledećim predrasudama:

- upotreba kompjutera, kompjuterskih programa, tehnologija i nauke u nastavi u umetničkim školama i fakultetima je tehnološki suviše kompleksna i komplikovana i prevazilazi spoznajne kapacitete studenata umetničkih škola i fakulteta
- upotreba kompjutera, kompjuterskih programa, tehnologija i nauke u nastavi informatike u umetničkim školama i fakultetima je nedokumentovana pa je teško realizovati nastavu i odgovarajuću pripremu za realizaciju časova
- upotreba kompjutera, kompjuterskih programa, tehnologija i nauke u umetničkom radu je preterano skupa što dovodi u pitanje mogućnost realizacije umetničkog rada i smisla takvih umetničkih dela
- upotreba kompjutera, kompjuterskih programa, tehnologija i nauka u umetnosti je u metodološkoj suprotnosti sa drugim umetničkim aspektima i zahteva primenu metodološki suprotnih pristupa koji zbunjuju umetnike i publiku

Socijalni izazovi su zasnovani na otporu sledećim predrasudama:

- upotreba kompjutera, kompjuterskih programa, tehnologija i nauke je skupa i dovodi u neravnopravan položaj umetnike i publiku koja nema priliku da ih koristi i razume
- nepostojanje alternativa za tehnologije čija upotreba je definisana restriktivnim licencama kao i teške zaprečene kazne prema važećim zakonima dovodi umetnike u opasnost od vršenja krivičnih dela vezanih za intelektualnu svojinu prilikom realizacije umetničkih dela

Gore navedeni izazovi i suočavanje sa navedenim predrasudama nisu uvek lako rešivi i nisu uvek uzrokovani tehnologijama već predubeđenjima zasnovanim na nedostatku tehnoloških, pravnih i drugih informacija neophodnih za uspešno i odgovorno realizovanje umetničkog obrazovanja i umetničkog rada.

Međutim, otvoreni standardi, dostupnost naučne literature i slobodan softver¹ kao i intenzivna saradnja sa naučnim institucijama daju pozitivne perspektive da se nađu rešenja za veliki deo pitanja i problema koji se nameću u svakodnevnom umetničkom radu.

Autor je svestan da je potrebno mnogo vremena i truda da se uspostavi praksa koja je naprednija od sadašnje. Iskustvo pokazuje da proces učenja koliko god bio intezivan manje opterećuje nego apatija i daje uspešnije umetničke rezultate.

Ovaj priručnik opisuje načine korišćenja slobodnog softvera operativnog sistema GNU/Linux u umetničkom radu u audio i drugim muzičkim aktivnostima te pospešivanju komunikacionih i drugih aktivnosti umetnika.

Autor se odlučio za slobodan softver jer način licenciranja slobodnog softvera omogućava uspešniju edukaciju, pravno i finansijski slobodnu upotrebu, te

¹ Više informacija o slobodnom softveru možete pronaći u poglavlju "Slobodan softver - nastanak i značaj"

potencijalnu tehnološku superiornost. Slobodan softver omogućava slobodu invencije, slobodu radoznalosti i podstiče korisnike i programere na razne otvorene socijalne oblike razmene informacija, znanja i solidarnu tehničku podršku. Samim time slobodan softver nije isključivo tehnološki fenomen već i veoma raširen socijalni fenomen u kojem učestvuju i brojni umetnici kao i neki proizvođači profesionalne audio studijske opreme i muzičkih instrumenata. *Linux audio konzorcijum* (*Linux Audio Consortium*) je asocijacija koja okuplja korisnike audio i drugih muzičkih aplikacija u GNU/Linuxu, programere, akademsku zajednicu i proizvođače profesionalne audio opreme i muzičkih instrumenata.

Određene koncepte i teorije sam ilustrovao konkretnom upotrebom u nekom kompjuterskom programu gde god je to bilo moguće. Vežbanje postupaka i procedura će zasigurno pomoći savladavanju tehnologija i metoda rada.

Ukoliko je neko od imena tehnologija, kompjuterskih programa, standarda upotrebljeno u tekstu bez prethodne spoznaje o potrebi posebnog naglašavanja da se radi o zaštitnom znaku ovim putem se priznaju sva autorska prava nosioca zaštitnih znakova i drugih oblika zaštitnih znakova i sadržaja predstavljenih u ovom priručniku.

Autor ovog priručnika podržava slobodan softver, otvoren pristup dokumentima, naučnim publikacijama, otvorene standarde i otvoren hardver. Autor u skladu s time dozvoljava da se ovaj priručnik slobodno koristi i kopira uz obavezu da se uvek navede originalni autor i sačuvaju prava nosioca zaštitnih znakova pomenutih u ovom priručniku. Višegodišnje iskustvo u radu sa GNU/Linux operativnim sistemom i projektima nevladine organizacije Linux Centar su mi pomogli u sticanju znanja, koja sam u malom delu izneo u ovom priručniku.

Sve kritike, sugestije i komentari se mogu uputiti autoru ovog priručnika, koje će sa entuzijazmom biti razmotrene i prihvaćene ukoliko se zasnivaju na osnovnim principima slobode pristupa znanju i informacijama.

Zahvale

Ovaj priručnik je nastao kao moj odgovor na specifično teške okolnosti i nerazumevanja na koje nailazim u svom umetničkom radu. Saradnja sa nekim muzičkim školama, naučnicima, umetnicima me je uvek ohrabivala i ukazivala da je potrebna upornost i posvećenost interdisciplinarnom pristupu ljudskim temama. Zahvaljujući njihovom razumevanju stekao sam čvrsto uverenje da tehnologije i nauka nemogu umanjiti umetničku vrednost umetničkog rada ako umetnik uvek čvrsto ostaje uz autentičnost svog umetničkog rada.

Ovaj priručnik je pripremljen za realizaciju projekta *Art is Art. Everything else is everything else* Omen teatra. Njegovu realizaciju je pomogla Ambasada Kraljevine Holandije.

Tipografske konvencije:

Ovaj priručnik je pisan u programu OpenOffice verzija 3.1.1 za GNU/Linux. Svi grafički, tekstualni i drugi materijali su napravljeni i pripremljeni korišćenjem slobodnog softvera.

Naslovi su pisani korišćenjem fonta **Century Schoolbook L** veličine **14pt bold**.

Podnaslovi su pisani korišćenjem fonta **Century Schoolbook L** veličine **12pt bold**.

Tekst je pisan korišćenjem fonta Century Schoolbook L veličine 12pt.

Važni pojmovi i komande su pisani korišćenjem fonta *Century Schoolbook L* veličine *12pt italic*.

Fusnote su pisane korišćenjem fonta Century Schoolbook L veličine 10pt.

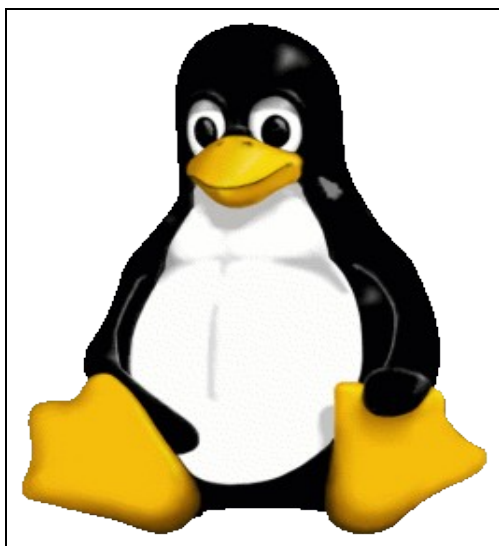
Naslovi ilustracija i fotografija su pisani korišćenjem fonta Century Schoolbook L veličine 9pt.

Prečice na tastaturi su pisane pisani korišćenjem fonta *Century Schoolbook L* veličine *12pt italic*. Primer: Ako je potrebno dati čitaocu instrukciju da pritisne taster Ctrl (Control) i taster 1 onda je to napisano kao *Ctrl + 1*.

Imena naučnika, kratica i naziva kompanija, tehničkih standarda su pisani korišćenjem fonta *Century Schoolbook L* veličine *12pt italic*.

Slobodan softver - nastanak i značaj

Slobodan softver je društveni i tehnološki fenomen koji je uprkos početnim rezervama raznih korisnika doživeo veliki uspeh i primenu u najrazličitijim sferama života. Programski jezici kao i sam izvorni kod svakog programa je tekst sa ekspresijama. Tekst sa ekspresijama je isto tako prisutan u svim segmentima nekog operativnog sistema. Sama činjenica da je kompjuterski program tekst sa ekspresijama postavlja se pitanje slobode teksta kao jedne od najvažnijih tekovina razvoja civilizacije. Slobodan softver podrazumeva upravo ovu činjenicu i insistira na njoj u odreživanju statusa kompjuterskih programa u smislu licenciranja, prodaje, prava korišćenja, izmene i redistribucije.



Budući da shvaćanje softvera nije u ovom smislu bilo artikulirano i regulirano *Ričard Stolmen* (*Richard Stallman*) je 1983.g. započeo inicijativu za definisanje slobode softvera i odlučio se da osnuje *Fondaciju za slobodan softver* (*Free Software Foundation*). *Richard Stallman* započinje aktivnosti na stvaranju slobodnog operativnog sistema *GNU* (*Gnu is Not Unix*) i pravi slobodan tekst editor, kompajler (prevodilac) i debager (debugger) što omogućava potpunu nezavisnost u pisanju slobodnog softvera. *Richard Stallman* kreira i *GPL* (*Gnu Public License*) putem koje pravno definiše status slobodnog softvera. Ova licenca je najprisutnija u sferi slobodnog softvera.

pinguin Tux je službena maskota GNU/Linux

Po *GPL* licenci postoje sledeće slobode u korišćenju softvera:

sloboda pisanja, proučavanja i korišćenja softvera

sloboda modifikacije i izmene softvera

sloboda (re)distribucije softvera

Da bi se ove slobode realizovale potrebno je da izvorni kod bude dostupan korisnicima. Slobodan softver se uvek može dobiti i u izvornom kodu, a korisnici mogu da slobodno koriste softver. Autor softvera nemože da naplati softver više od troškova tehničke distribucije, ali može da naplati svoj rad na pravljenju softvera. Važan deo ove licence je stav da niko nema prava da navedene slobode ukine.

Linus Benedict Torvalds početkom devedesetih godina započinje inicijativu za pisanjem kernela (jezgra operativnog sistema), koji bio potpuno slobodan. Budući da je tehnološka koncepcija operativnog sistema *GNU* bila izrazito kompleksna i da je *Richard Stallman* bio jako zauzet na promovisanjima ideje slobode softvera, *Linus Torvalds* je radom na slobodnom jezgru operativnog sistema kojeg je nazvao *Linux* po uzoru na svoje ime, privukao veliki broj saradnika.

Linus Benedict Torvalds je za kreiranje *Linuxa* koristio *GNU* alate koje je napravio *Richard Stallman* pa je zbog toga pravilnije reći *GNU/Linux* čime se ističe značaj i poštovanje *GNU* ideji i ljudima koji su nastavili da rade na razvoju i

usavršavanju *GNU* alata. Kolekcija jezgra operativnog sistema, ostalih delova operativnog sistema sa odabranim programima se zove *distribucija*. Danas govorimo o činjenici da imamo preko 450 vrsta GNU/Linux operativnog sistema što govori o tome da je sloboda softvera pokrenula velike stvaralačke i stručne potencijale, koji su stvorili razne vrste *distribucija* GNU/Linux. Danas postoje *distribucije* za audio, video, telekomunikacije, servere, desktop, ugrađivanje u razne uređaje itd.

GNU/Linux se osim u personalnim kompjuterima nalazi u mobilnim telefonima, ruterima, medicinskim uređajima, satelitima, raznim mašinama, automobilima, audio uređajima, naučnim laboratorijama.

Zbog svoje slobode GNU/Linux je popularan u razvijenim zemljama kao i u zemljama u razvoju, raznim naučnim, obrazovnim, umetničkim, privrednim, ali i vladinim organima i institucijama u sve većem broju zemalja. Francuska, Nemačka, SAD, Kanada, Rusija, Kina, Norveška, Švedska, Italija, Španija, Brazil, Argentina, Portugal, Indija i mnoge druge zemlje sve više koriste GNU/Linux na svim nivoima. Odličan primer uticaja slobodnog softvera je u regiji Extremadura u Španiji koja je bila 5 regija po siromaštvu u Evropskoj uniji. Zahvaljujući upotrebi GNU/Linux operativnog sistema u školama, izgradnji Internet mreže na području regije Extremadura je regija koja se razvija velikom brzinom.

U Srbiji se GNU/Linux koristi već više od 14 godina i zahvaljujući GNU/Linuxu razne kompjuterske mreže, Internet provajderi, pošta, serveri u nekim ministarstvima funkcionišu mnogo lakše i efikasnije.

Upotreba GNU/Linux za audio i muzičke aktivnosti

Da bi se uspešno GNU/Linux koristio u snimanju audio signala, pisanju nota i sintezi zvuka potrebno je da se za tu namenu pripreme programi koji služe za takve aktivnosti. Postoje specijalizovane distribucije GNU/Linux za audio kao što su *GNU/Musix*, *Ubuntu Studio*, *Studio To Go*, *JAD*, *64 Studio*, *Dynebolic* i razne druge. Međutim, distribucije koje su namenjene za desktop upotrebu, a imaju pripremljene programe za audio i muzičke aktivnosti su *Fedora Core* (sve verzije), kao i *OpenSuse* (nakon verzije 10.0), *Debian GNU/Linux*, *Vector Linux*. U ovom priručniku ćemo se posebno osvrnuti na funkcionisanje i upotrebu nekih programa koji služe za audio i muzički rad.

U ovom priručniku nećemo ulaziti u detalje instalacije GNU/Linux, koja je jednostavna kao i kod drugih operativnih sistema. *Dynebolic* je GNU/Linux distribucija koja spada u "Live" distribucije. "Live" distribucije se same instaliraju u radnu memoriju prilikom podizanja sistema i spremne su za upotrebu sa svim funkcijama. Ove distribucije imaju u sebi i sve druge programe za funkcionisanje u mrežnom okruženju, obradu slike, korišćenje raznih Internet servisa, kreiranje baza podataka, programiranje te nekoliko vrsta grafičkih okruženja, kao i grafičke alate za konfigurisanje dodatnih uređaja ili instalaciju dodatnih programa.

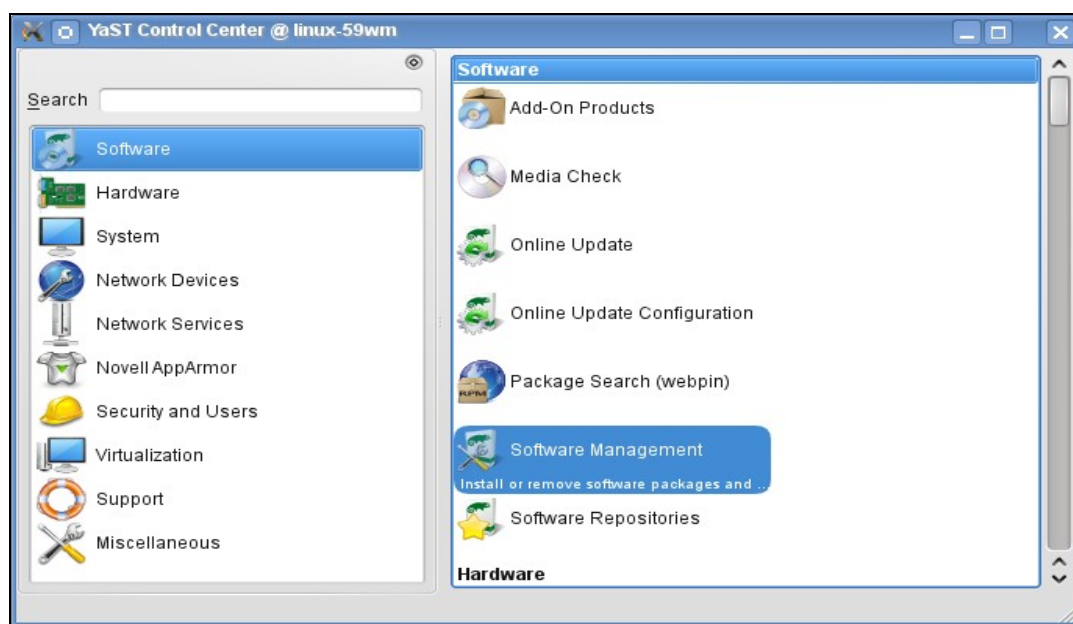
Osobe koje nemaju iskustvo u upotrebi GNU/Linuxa veoma često koriste OpenSuse GNU/Linux jer je on tako podešen da se mnoge njegove funkcije osposobe automatski što je veoma važno za osobe s invaliditetom kao i one korisnike koji nisu vešti upravljanju kompjuterskim programima i operativnim sistemima kao i

podešavanju raznih parametara za uspešno funkcionisanje zvučnih kartica u kompjuterima.

Open SuSe 11.2 GNU/Linux

Open SuSe 11.2 je GNU/Linux kojeg je napravila kompanija SuSe GmbH iz Nemačke, a kasnije je tu kompaniju kupila kompanija Novell iz SAD. OpenSuSe je poznat po lakoći upotrebe, jako razvijenom grafičkom okruženju, raširenoj upotrebi u desktop okruženjima kao i razvijenom podrškom i spremnosti raznih programa za korišćenje. OpenSuSe 11.2 odmah pri početku instalacije i samog pokretanja ispituje prisustvu Braille ekrana kako bi i nevideće i slabovide osobe mogle da vrše instalaciju ovog GNU/Linux sistema. Instalacija softvera u OpenSuse 11.2 se vrši pomoću alata za instalaciju softvera koji se zove *Yast*.

Yast je alat za administriranje sistema koji ima tekstualni interfejs i grafički interfejs. U *Yastu* možemo konfigurisati naš štampač, monitor, skener, digitalni fotoaparat, mrežnu kartu, instalirati dodatni softver kao i obavljati napredne administrativne zadatke OpenSuSe 11.2 GNU/Linux sistema. Pošto je *Yast* sistemski program da bi se ušlo u njega potrebno je u start meniju odabrati *Yast* i upisati našu administratorsku šifru kako bi omogućili pristup i modifikaciju sistemskih resursa kao što su je instalacije programa i sl. Prilikom pokretanja *Yasta* on će nam pokazati svoj osnovni grafički interfejs koji je pregledan i jasan.



Yast grafički interfejs je lak za upotrebu

Da bi instalirali dodatne kompjuterske programe za upotrebu u audio i drugim muzičkim aktivnostima potrebno je da odaberemo deo u *Yastu* koji se zove *Software Repositories*. Nakon što kliknemo levim tasterom miša *Yast* će nam prikazati ekran za dodavanje novih repozitorija. Pritisnemo na dugme *Add (dodaj)* i u ekran koji nam se pokaže označimo prvo na vrhu strane *Community Repositories* nakon toga pritisnemo na dnu strane *Download repository description files*, a nakon toga pritisnemo dugme *Next*. Iako ti podaci nisu veliki potrebno je imati brzu Internet konekciju kako bi se

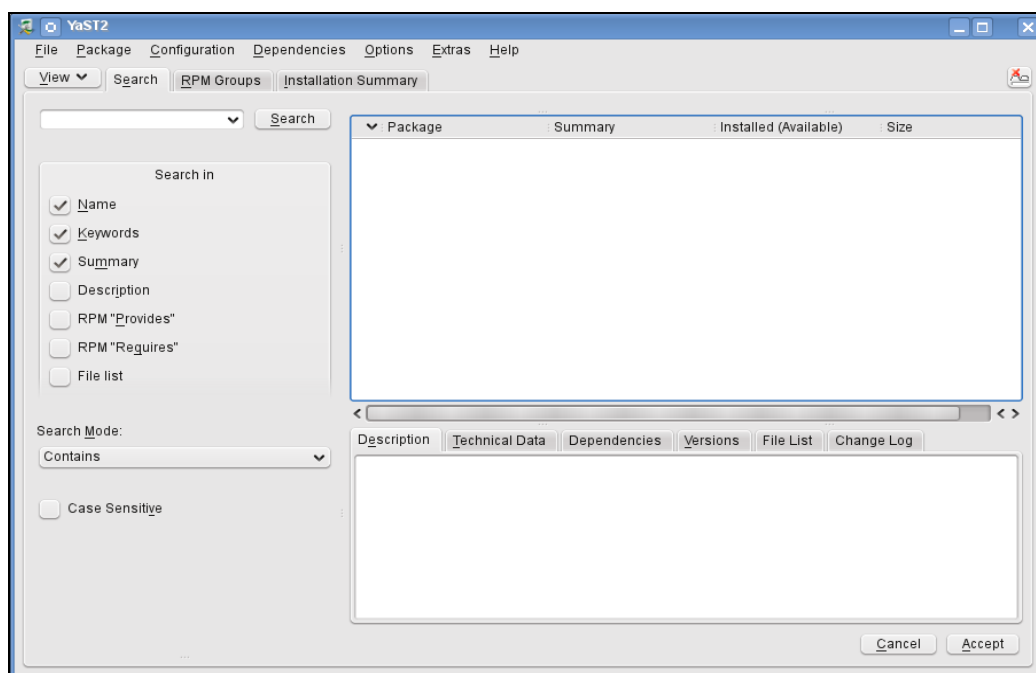
preuzimanje tih podataka obavilo za što kraće vreme.

Nakon toga će se pojaviti ekran u kojem je posebno važno označiti repozitorije koji se zovu *Videolan* i *Packman*, jer se u njima nalazi većina audio i video aplikacija sa funkcijama za uspešan umetnički rad.

Videolan je repozitorij u kojem se nalazi multimedia player VLC koji je spreman za streaming i koji u sebi ima niz kodeka za uspešan rad sa datotekama raznih formata.

Drugi važan repozitorij je *Packman* repozitorij. *Packman* sadrži u sebi razne kodeke za audio i video kao i brojne programe za audio, video, pisanje nota. Ukoliko smo priključeni na Internet, Yast će sa ovih repozitorija preuzeti spiskove i indekse postojećeg softvera na tim repozitorijima kako bi se oni videli u delu Yasta koji nam pokazuje raspoložive programe za instalaciju. Program će nas upitati želimo li da uradimo *Import* dodatnih podataka za pristup repozitorijima. Potrebno je u svim zahtevima potvrditi *Import* komandu. Nakon završetka te procedure, možemo videti ekran u Yastu koji će u gornjem delu ekrana izlistati repozitorije.

OpenSuSe 11.2 ne vrši automatsku instalaciju svog raspoloživog softvera nego ostavlja korisniku da po sopstvenom izboru instalira pojedine programe. Instalacija se vrši tako što se u početnom ekranu Yasta odabere *Software Management*. Odabiranjem tog dela Yasta automatski se obavlja konekcija sa upisanim repozitorijima, te Yast nakon toga upisuje eventualne nove programe u svoju bazu programa i pred nas prikaže sledeći ekran:



Yast ima u sebi veoma razvijen grafički interfejs za instalaciju programa

Traženje programa kojeg želimo da instaliramo, možemo da izvršimo tako što ćemo u gornjem levom delu ekrana u polje *Search* upisati naziv programa i pritisnuti Enter što će dati komandu Yastu da pronade taj program u bazi podataka. Na desnoj strani ekrana će nam se pojaviti ime tog programa sa drugim eventualnim dodacima tom programu.

Važno je obratiti pažnju da na donjoj desnoj strani imamo opis programa te

druge tehničke preduslove za instalaciju tog programa. OpenSuSe 11.2 automatski vrši selekciju i drugih programa koji su neophodni za funkcionisanje programa kojeg smo odabrali i daje nam opciju da prihvatimo instalaciju što je potrebno da uradimo ako želimo da program uspešno funkcioniše. Pritiskom na desno dugme miša možemo dobiti opcije za instalaciju, deinstalaciju programa, obnovu novom verzijom i sl. Ako odaberemo instalaciju programa i pritisnemo dugme *Accept* na donjem desnom uglu ekrana Yast će se povezati na repozitorij, preuzeti program i izvršiti instalaciju.

Radi lakšeg snalaženja, možemo u gornjem delu ekrana pritisnuti na karticu *RPM Groups* što će rezultirati izlistavanjem programa po grupama upotrebe. Neiskusni korisnici će tako lako pronaći odgovarajuće programe za instalaciju.

Nakon instalacije kolekcije programa spremni smo za rad. Predlažemo da se obavezno instaliraju sledeći programi: *FluidSynth*, *Qsynth*, *Audacity*, *Jack*, *Qjackctl*, *Ardour*, *Rosegarden*, *Bristol* i njima pripadajući programi koje će Yast automatski predložiti za instalaciju. Instalacijom tih programa lakše ćete pratiti i koristiti ovaj priručnik. GNU/Linux distribucije kao što su Dynebolic, Musix, Ubuntu Studio imaju ove programe u sebi već spremne za upotrebu.

Tipovi audio i drugih muzičkih aplikacija

Aplikacije koje su vezane za muzičke aktivnosti unutar raznih vrsta GNU/Linux-a i OpenSuSe 11.2 mogu se podeliti u sledeće kategorije:

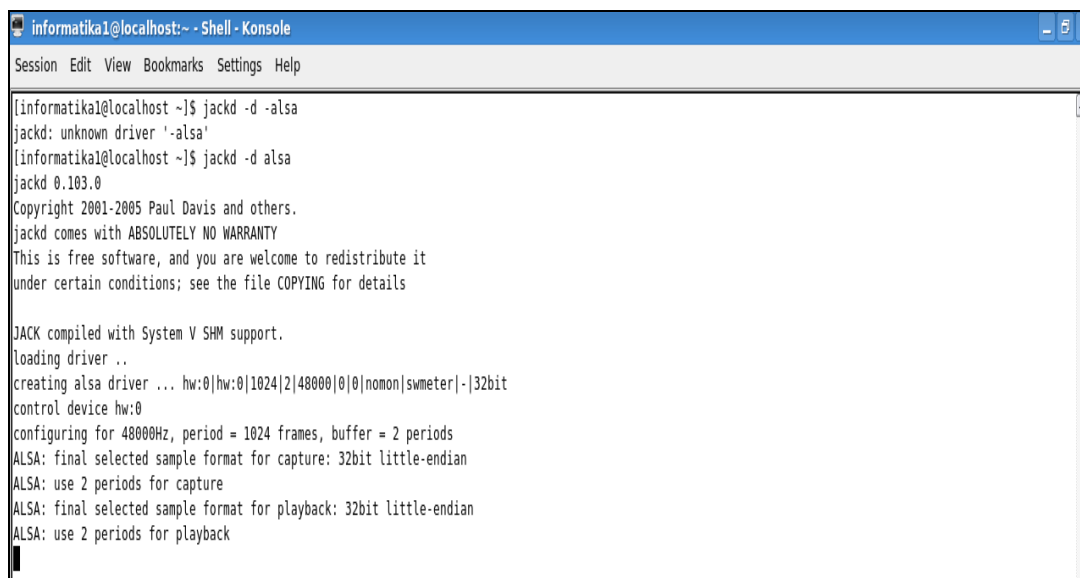
- a) aplikacije za snimanje i produkciju zvuka (*Audacity*, *Rezound*, *Ardour*)
- b) aplikacije za sintezu zvuka (*Qsynth*, *Fluidsynth*, *ZynAddSubFx*, *Bristol*)
- c) aplikacije za pisanje nota i MIDI (*Rosegarden*, *Timidity*, *NoteEdit*)
- d) aplikacije za kontrolu pojedinih zvučnih karti (*Envy24*, *HDSP*)
- e) aplikacije za primenu raznih efekata (*LADSPA*)
- f) aplikacije za međupovezanost aplikacija i sistema (*Jack*, *Qjackctl*, *Pulse*)
- g) aplikacije za snimanje na medije CD i DVD (*K3B*, *Brasero*)

Iako je ponekada teško potpuno i precizno odvojiti funkcije pojedinih aplikacija ovakva podela oslikava tipove aplikacija. Veliki broj tih aplikacija su razvijane na način koji omogućava multifunkcionalnost, ali u osnovi one ipak imaju svoju specifičnu namenu. Iako *Rosegarden* može uspešno da upravlja MIDI i audio signalom, te da služi za pisanje nota, možemo reći da je ta aplikacija na neki način izuzetak po svojoj količini funkcija. Međutim, aplikacija *Jack*, koja služi za međupovezivanje raznih aplikacija, obezbeđuje postizanje više funkcionalnosti međusobnim povezivanjem aplikacija koje imaju posebnu funkciju. Šta više, pokretanje aplikacije *Jack* koja ima funkciju servera je neophodno za funkcionisanje mnogih aplikacija unutar kolekcije audio i MIDI aplikacija. Da bi audio aplikacije unutar raznih vrsta GNU/Linux-a ili Open Suse 11.2 pravilno funkcionisale potrebno je najpre pokrenuti tzv. *Jack*. *Jack* se može pokrenuti iz terminala upisivanjem komande:

jackd -d alsa

i pritiskom na taster *Enter*.

Tada ćemo na ekranu u terminalu videti da je Jack pokrenut:



```
informatika1@localhost: ~ - Shell - Konsole
Session Edit View Bookmarks Settings Help

[informatika1@localhost ~]$ jackd -d alsa
jackd: unknown driver '-alsa'
[informatika1@localhost ~]$ jackd -d alsa
jackd 0.103.0
Copyright 2001-2005 Paul Davis and others.
jackd comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY
This is free software, and you are welcome to redistribute it
under certain conditions; see the file COPYING for details

JACK compiled with System V SHM support.
loading driver ..
creating alsa driver ... hw:0|hw:0|1024|2|48000|0|0|nomon|swmeter| -|32bit
control device hw:0
configuring for 48000Hz, period = 1024 frames, buffer = 2 periods
ALSA: final selected sample format for capture: 32bit little-endian
ALSA: use 2 periods for capture
ALSA: final selected sample format for playback: 32bit little-endian
ALSA: use 2 periods for playback
```

pokretanje aplikacije Jack ispisuje njegov izveštaj o početku rada

Poželjno je nakon pokretanja Jack aplikacije povremeno proveriti njegove poruke u terminalu kako bi se videlo da li nas Jack informiše o optimalnom funkcionisanju ili eventualnim problemima u kašnjenju signala ili gubljenja konekcije sa pojedinim aplikacijama. Jack je moguće vrlo lako kontrolisati pomoću grafičkog interfejsa koji se zove *Qjackctl*. Pokretanjem *Qjackctl* aplikacije u meniju *Multimedia* u *OpenSuSe 11.2* omogućava se za mnoge korisnike lakši uvid u funkcionisanje aplikacije *Jack*.



qjackctl je grafički korisnički interfejs za Jack

Potpuno funkcionisanje Jacka se može optimizovati i uvežbati u praktičnoj upotrebi. U narednih nekoliko poglavlja ćemo pokazati neke moguće primene *Jacka* i drugih aplikacija u muzičkom radu i edukaciji. Poglavlja su pisana po tematskim celinama, a u svakom poglavlju su pomenuti načini upotrebe slobodnog softvera za realizaciju te tematske celine u nastavi. Pomenuti načini primene slobodnog softvera ne iscrpljuju sve mogućnosti navedenih programa. Sloboda istraživanja i kreiranja sopstvenih primera je prepuštena korisnicima ovog priručnika. OpenSuse 11.2 često automatski koristi aplikaciju *Pulse* koja omogućava rad zvučnog sistema GNU/Linux. *Dynebolic*, *Ubuntu Studio* i *Musix* automatski pokreću *Jack*.

U svakom slučaju kolekcija softvera za audio i druge muzičke aktivnosti je kompleksan sistem kojim se može uspešno upravljati. Konsekventno tome, pristup učenju mora biti naglašen na razmišljanju sa stanovišta teorije sistema, teorije informacija i mrežne koncepcije funkcionisanja softvera i njegove primene.

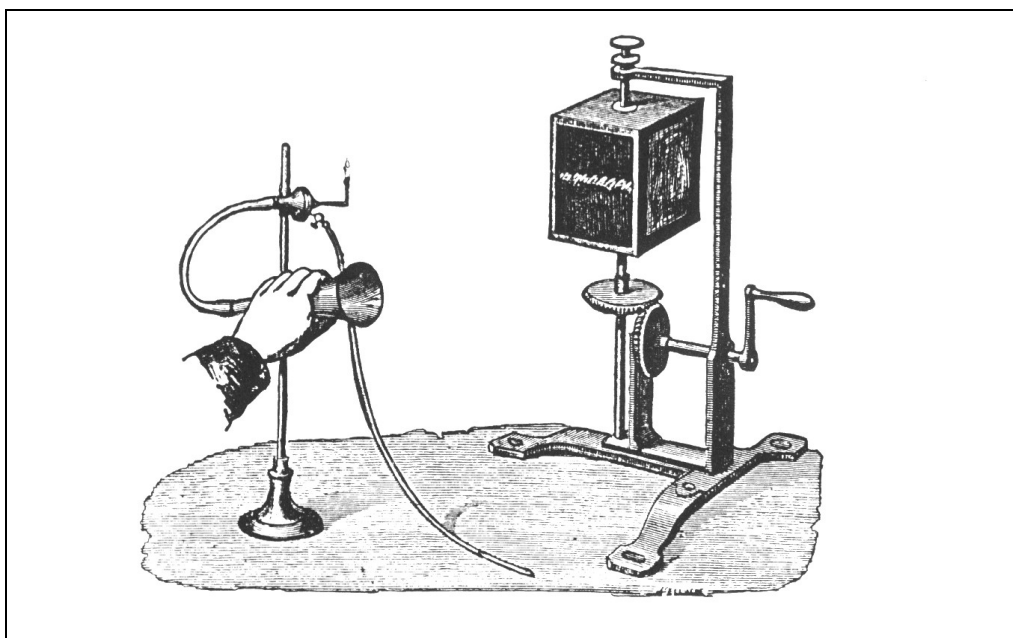
Osnove digitalnog snimanja audio signala

Istorijski kontekst

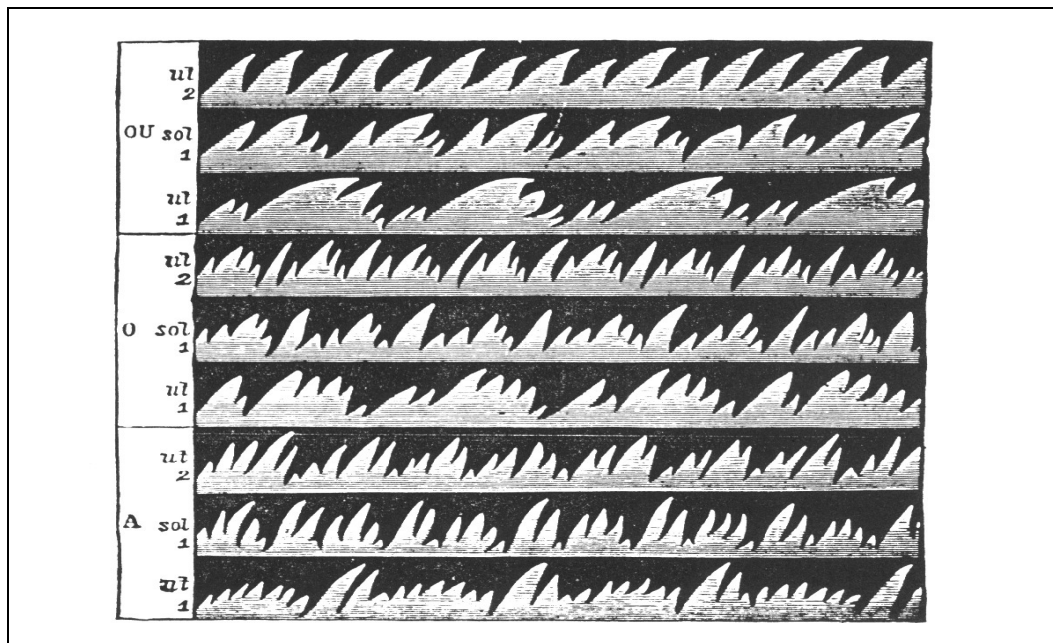
Istorijski kontekst je jako važan ne samo zbog razumevanja istorijskih okolnosti nego između ostalog zbog razumevanja intenziteta isprepletenosti nauke i elementarnih komponenti za razumevanje muzike. Muzikološka i druga teorijska istraživanja moraju da pođu od istorijskih okolnosti nastanka naučnih teorema, modela i formula kako bi se razumela teorija i istorija muzike kao i njeni uticaji na savremene tehnike komponovanja muzike kao i upotrebe muzike i zvuka u drugim naukama i disciplinama (biologija, medicina, geodezija, elektronika, okeanografija, poljoprivreda, arhitektura, mašinstvo, savremeni mediji, proizvodnja audio opreme i uređaja, telekomunikacije, robotika i sl.)

Iako se može govoriti o kontinuiranoj isprepletenosti nauke i muzike od njenih najranijih razvojnih perioda, mi ćemo za potrebe ovog priručnika započeti naučnim rezultatima iz 18. i 19. veka.

Istina, prvi pokušaji analize i prikazivanja zvuka od strane ljudi koji su se bavili akustikom započeti su još u osamnaestom veku. *Dr. Higgens* je imao takve eksperimente sa oblikovanjem plamenova zvukom kao bi se plamen oblikovao i prikazivao kretanja zvuka i njegovu amplitudu. *Rudolf Koenig* je napravio takav instrument koji je generisao takve slike koje je on zvao *manometrički plamenovi*. Uređaj se sastojao od specijalnog usnika u koji se govorilo ili pevalo, a koji je crevom prenosio taj zvuk do posebne kutije sa plamenikom, koji je tada prikazivao plamenove oblikovane tim zvukom. Dok se kutija rotirala, ogledala smeštena izvan kutije su projektovala promene plamenova kao kontinuirani tok promena plamena koji je odbio određene oblike u zavisnosti od vrste zvuka, njegove jačine i slično.



Aparat za analizu zvukova putem manometričkih plamenova



Slika prikazuje prikaz manometričkih plamenova za francuske samoglasnike A, O i OU pevanih kao C1 (donja traka svake grupe), G1 (srednja traka svake grupe) i C2 (gornja traka svake grupe)

Francuski inženjer, matematičar i aristokrat *Žan Furiје (Jean Baptiste Joseph, Baron de Fourier)* je publikovao svoj rad "*Analitička teorija topline*" u kojem izlaže teoriju koja kaže da komplikovani *periodički* signali mogu da se analiziraju i predstavljaju kao suma istovremenih jednostavnih signala. Pod pojmom *periodički* podrazumevamo signale koji se ponavljaju u regularnim vremenskim intervalima. Taj publikovani rad je rezultat njegovih predavanja koje je držao 15 godine ranije u Francuskoj akademiji nauka. U to vreme, mnogi su naučnici, a posebno *Lagranž (Lagrange)* bili protiv njegove teorije smatrajući da je matematički nemoguće opravdati takvu teoriju. Diskusije oko te teorije su bile izrazito intenzivne i kontroverzne pa su imale veliki uticaj u činjenici da je originalan tekst tog predavanja prvi put bio objavljen više od 160 godina kasnije.

Po ovoj teoriji periodički talasi se mogu dekonstruisati u kombinacije jednostavnih sinusoidnih talasa različitih amplituda, frekvencija i faza. Matematičko izračunavanje primene ove teorije se polovinom 19. veka radilo ručno što je bio jako težak posao sklon greškama. Godine 1843.g. *Georg Om (Georg Ohm)* sa Politehničkog instituta u Nirnbergu, prvi koristi *Furiјevu* teoriju u analizi akustičkog signala. *Lord Kelvin* i njegov brat su napravili prvi mehanički analizator harmonika, koji je pronalazio područja sinusnih i kosinusnih talasa za sve *harmonike* fundamentalne periode. Godine 1898. *Michelson-Straton* je napravio vrlo sofisticiran *harmonički analizator*, koji je mogao da identifikuje do 80 harmonika. Ovaj uređaj je mogao da funkcioniše i kao sintetizator talasnih oblika i da na taj način rekonstruiše ulazni signal i tako primenio, modernim naučnom jezikom nazvane, *inverzne Furiјeve transformacije*.

Ovakvim postupkom je postavljen temelj za mnogobrojne savremene, naučne i tehnološke postupke, ali i za savremene kompozicijske tehnike zasnovane na transformaciji zvuka.

Ovakvi uređaji čine preteču današnjih kompjuterskih programa koji nam omogućavaju da primenjujemo Furijeovu teoriju u analizi zvuka. U dvadesetom veku matematičari su pročistili i optimizovali Furijeovu metodu, a inženjeri su napravili prvu analognu banku filtera da bi se izvele jednostavne analize spektra. Razvoj kompjutera i digitalnih kalkulacija je rezultirao pokušajima da se četrdesetih godina dvadesetog veka čine prvi pokušaji da se naprave kompjuterski programi za proračune po Furijeovoj metodi. Ovakvi kompjuterski programi su zahtevali suviše procesorske snage za to vreme, pa se nisu mnogo koristili. Sredinom šezdesetih godina *Džejms Kuli* (*James Cooley*) sa Princeton University i *Džon Tjuki* (*John Tukey*) iz *Bell Telephone Laboratories*, redukovali su brojne kalkulacije Furijeove metode na grupu algoritama koje su nazvali *FFT* (*Fast Fourier Transformations*), bez kojih sada ne možemo da zamislamo savremenu analizu spektra. *FFT* i njene varijacije čine teorijsku i tehnološku osnovu razumevanja digitalne obrade signala, funkcionisanja kompjutera u obradi digitalnog signala, kompjuterskih programa namenjenih za audio i muzičke aktivnosti kao i audio opreme. *Denis Gabor* (*Dennis Gabor*) je u svojim istraživanjima došao do zaključka da se može istovremeno vršiti analiza zvuka u domenu frekvencije i vremena u jedinicama koje je on nazvao *quanta* - *kvanta*. Ovisno o metodi analize mogu da se koriste razni načini definisanja kvanta, a jedna od najčešćih je tzv. *prozor* - *window*. U programima za analizu zvuka se najčešće koriste *Hamming* i *Hanning* prozori.

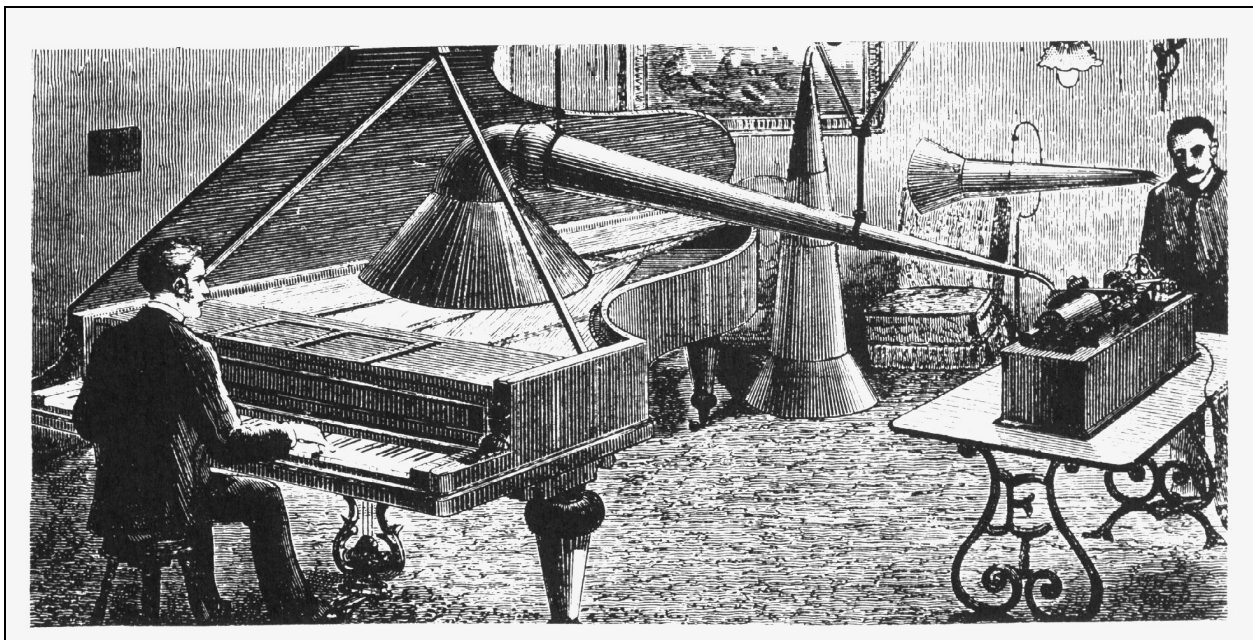
Savremena istraživanja istorije nauke su dovela do rezultata da je švajcarski matematičar *Leonard Ojler* (*Leonard Euler*) pronašao matematički model sličan Furijeovom još početkom sedamdesetih godina 18. veka dok je *Karl Fridrih Gaus* (*Karl Friedrich Gauss*) razvio algoritam sličan Furijeovom još 1805. Međutim, Gaus taj rad nije publikovao tako da je ostao sakriven u njegovim brojnim naučnim spisima. Uprkos takvim rezultatima u savremenim istraživanjima istorije nauke, ova metoda nosi ime po Furijeu, čije ime je ostalo u upotrebi uprkos brojnim neprilikama i žučnim diskusijama koje su nastale u vreme kada je publikovao svoj rad i u predavanjima predstavio svoju teoriju.

Detaljan prikaz raznih pokušaja analize zvuka u 18. i 19. veku bi premašio opsege i namere ovog priručnika. Primeri koji su navedeni čine sasvim kratak i selektovan opis nekih pokušaja i naučnih dostignuća. Međutim, pored naučnih opisa i eksperimenata potrebno je navesti i pokušaje snimanja zvuka koji su u to vreme imali egzotičnu i mističnu karakteristiku. Danas, snimanje i obrada zvuka predstavljaju veoma raširene aktivnosti prisutne u svim detaljima života (mediji, telekomunikacije, medicina, arhitektura, umetnost, kultura, biologija...).

Tomas Edison (*Thomas Edison*) i *Emil Berliner* (*Emile Berliner*) su vršili eksperimente snimanja zvuka još 1870.g. U to vreme se snimanje zvuka obavljalo mehaničkim napravama, a započeli su eksperimenti i snimanja zvuka upotrebom magnetne žice koje je vršio *V. Pulsen* (*V. Poulsen*) još 1898.g. Jedan od mehaničkih eksperimenata se sastojao od postavljanja velikog levka iznad muzičkog instrumenta,

koji je sakupljao vibracije zvuka koje proizvodi muzički instrument, te ih prenosio do posebnog uređaja gde je sekač urezivao vibracije na rotirajući cilindar od voska.

Iako je izum vakuum cevi sa triodom objavljen 1906.g. i tako započeo doba elektronike, u to vreme nije bilo moguće realizovati upotrebljiva snimanja zvuka korišćenjem elektronskih naprava. Prvi takvi uspeli eksperimenti su pokazani 1922. i 1924.g. Optičko snimanje zvuka na film je pokazano 1922.g. dok je snimanje zvuka na traku



levak koji sakuplja vibracije i prenosi ih na uređaj koji ih urezuje na voštani rotirajući cilindar

prekrivenu namagnetisanim prahom razvijeno u Nemačkoj 1930.g., ali se nije pojavljivalo izvan Nemačke pre 1945.g. Prvi takvi snimci su bili monofoni, snimljeni na jedan kanal. Reprodukcijski zvuk se vršila preko jednog zvučnika. Stereofonsko snimanje je prvi put obavljeno tridesetih godina 20. veka.

Višekanalno snimanje se vršilo tako da se na više traka za snimanje obavlja snimanje različitih izvora zvuka u nekom vremenskom intervalu sa mogućim različitim počecima snimanja. U saradnji sa kompanijom *Ampex* iz SAD, gitarista *Les Pol* (*Les Paul*) je vršio pionirske aktivnosti u višekanalnom snimanju i nasnimavanju zvuka tokom pedesetih godina 20. veka. Višekanalni snimači su se pojavili na tržištu tek 1960.g. Iste godine, savremeni kompozitor *Karlhajnc Štokhauzen* (*Karlheinz Stockhausen*) je koristio Telefunkenov T9 četverokanalni snimač kako bi snimio svoju kompoziciju *Kontakte*. Već 1964.g., švajcarska kompanija Študer (*Studer*) proizvodi četverokanalni snimač i isporučuje ga producentu *Džordžu Martinu* (*George Martin*) za snimanje albuma *Sgt. Pepper* grupe *Bitls* (*The Beatles*). Tadašnji snimci su bili *analogni*. Pojam *analogni* znači da su talasni oblici kodirani na magnetnu traku, bili analogni originalnim talasnim oblicima koje je preneo mikrofonski. Iako su neke tehnike analognog snimanja postigle značajne rezultate ove tehnologije imaju svoja fizička ograničenja koja se najviše očitavaju prilikom umnožavanja određenog snimka. Svako kopiranje nužno rezultira gubicima kvaliteta snimka kod novonastalih kopija.

Eksperimenti *digitalnog* snimanja se zasnivaju na postulatima i teorijama

postavljenim u prvoj polovini 20. veka. Digitalni domen podrazumeva upotrebu *binarnog* kodiranja signala.

Termin *digitalni* potiče od latinskog *digitalis* što označava prst. Ispružen kažiprst označava 1, dok potpuno savijen kažiprst označava 0. Termin *binarni* je nastao od latinskog *bini* što znači "dva po dva". Naime, kompjuter sve veličine upisuje koristeći samo dva znaka 0 i 1. Kod kompjuterskog zapisivanja nema decimalnih brojeva, razlomaka i sl. Sve veličine se postižu samo kombinacijom brojeva 0 i 1. Ako želite da napišete broj 55 u decimalnom sistemu, potrebno je da napišete dva broja, dok je u binarnom sistemu potrebno 6 brojeva. U binarnom sistemu $55 = 110111$. Kako bi binarni brojevi bili lakši za upotrebu, John Tukey, sa Belovih laboratorija (Bell Laboratories), definisao je jedinicu informacije *binary unit* ili *binary digit*, koja je skraćeno nazvana *bit*. Značajnu ulogu u definisanju ovog termina ima i Klod Šenon (Claude Shannon) osnivač teorije informacija, koji je postavio i jedan od osnovnih postulata koji se koristi u teoriji digitalnog snimanja. Osnove teorije digitalnog snimanja potiču još od Furijea tj. na mogućnosti da se u vremenskim intervalu vrši opisivanje nekog signala. Digitalno snimanje podrazumeva upravo taj postupak detekcije signala, njegove *kvantizacije* i dodeljivanja vrednosti odabranoj veličini i njenom smeštanju u memoriju digitalnog snimača.

Osnovni teorem koji je u osnovi *digitalnog* snimanja zvuka je *teorem odabiranja*, kojeg je Harold Nijkvist (Harold Nyquist) postavio 1928.g. Teorem odabiranja kaže da *učestalost odabiranja* (*sampling frequency*) mora biti najmanje dva puta veća od frekvencije signala koji se digitalno snima. Teorem sličan ovome je postavio i francuski matematičar Augustin Luj Kaši (Augustin Louis Cauchy) (1789-1857). Harold Nyquist je u svojim istraživanjima došao do ovog teorema kako bi se kod konverzije iz digitalnog u analogni signal snimljeni signal mogao uspešno rekonstruisati. Polovinu od *učestalosti odabiranja* nazivamo *Nyquistovom frekvencijom*. To je najčešće gornje područje čujnosti frekvencije za ljudsko uho. (Novija istraživanja frekventnog opsega čujnosti ljudskog uha pokazuje da čovekovo uho može da čuje frekvencije i veće od 22050Hz.) Zbog toga je frekvencija od 22050Hz, uzeta kao Nyquistova frekvencija, kod snimanja digitalnog audio signala na CD gde se *učestalost odabiranja* (*sampling frequency*) definiše na 44.1kHz. Iako je učestalost odabiranja od 44.1kHz dovoljna za jedan deo muzičkih aplikacija, ona nije dovoljna za neke oblike sinteze zvuka kao i za postizanje veće vernosti zvuka koji se postižu kod većih učestalosti odabiranja od 48kHz, 96kHz ili 192kHz. Veoma važan aspekt digitalnog snimanja je naglasio Klod Šenon (Claude Shannon), osnivač teorije informacija. On je nakon pažljivog proučavanja Nyquistovog teorema došao do zaključka da ulazni signal ne sme da ima frekvencije veće od polovine učestalosti odabiranja. To je važna primedba koja je nemoguća za realizaciju. Međutim, razvoj konvertera analognog signala u digitalni, te njihove rezolucije i učestalosti odabiranja dovodi do mogućnosti poštovanja i ovog dodatka. Muzička dela imaju u sebi razne frekvencije pa i one koje su veoma visoke i ne spadaju u čujni domen u užem smislu, ali značajno doprinose percepciji muzičkog dela. Konverteri analognog signala u digitalni koji mogu da postignu učestalost odabiranja omogućavaju da po ovom dodatku Nyquistovom teoremu, ulazni signal može da ima frekventni opseg do 96kHz.

Oboa, truba, francuski rog i još neki instrumenti imaju harmonike i na 80 kHz i 90 kHz. Međutim, još važniji aspekt ovog dodatka Nyquistovom terminu je uvođenje potrebe za novim tehnologijama.

Britanski istraživač A. Rivs (A. Reeves) razvija prvi PCM *pulse-code-modulation* sistem za transmisiju poruka u digitalnom obliku. Čak se i danas mnogi oblici digitalnog snimanja zovu PCM pa i mnoge zvučne kartice u opisu svojih funkcija koriste PCM termin.

S obzirom na probleme koje je imalo digitalno snimanje u svojim počecima dugo je vladalo uverenje da je digitalno snimanje lošije od analognog te da samim tim sve što je analogno jeste bolje od digitalnog snimanja. Takva tvrdnja izostavlja iz argumentacije analizu razvoja digitalnih tehnologija, što je značajna greška kad su u pitanju razvojni pravci digitalnog snimanja od kraja devedesetih godina 20. veka. Tehnika i kvalitet snimanja zavisi u velikoj meri od kvaliteta uređaja kojima se snimanje obavlja. Dakle, upotreba loših analognih uređaja kao i upotreba loših digitalnih uređaja za snimanje zvuka će doneti loše rezultate.

Rešavanje ovog problema je oduzelo naučnicima desetine godina tako da su prvi komercijalni digitalni snimači pušteni na tržište tek 1977.g. Sony PCM-1 procesor je napravljen da kodira 13-bitni digitalni audio signal na Sony Beta format snimače video kasete. Za godinu dana on je zamenjen 16-bitnim Sony PCM-1600 digitalnim snimačem. Sony PCM 1610 i Sony PCM 1630 su postali standard za finalnu obradu digitalnog snimka za CD audio produkciju.

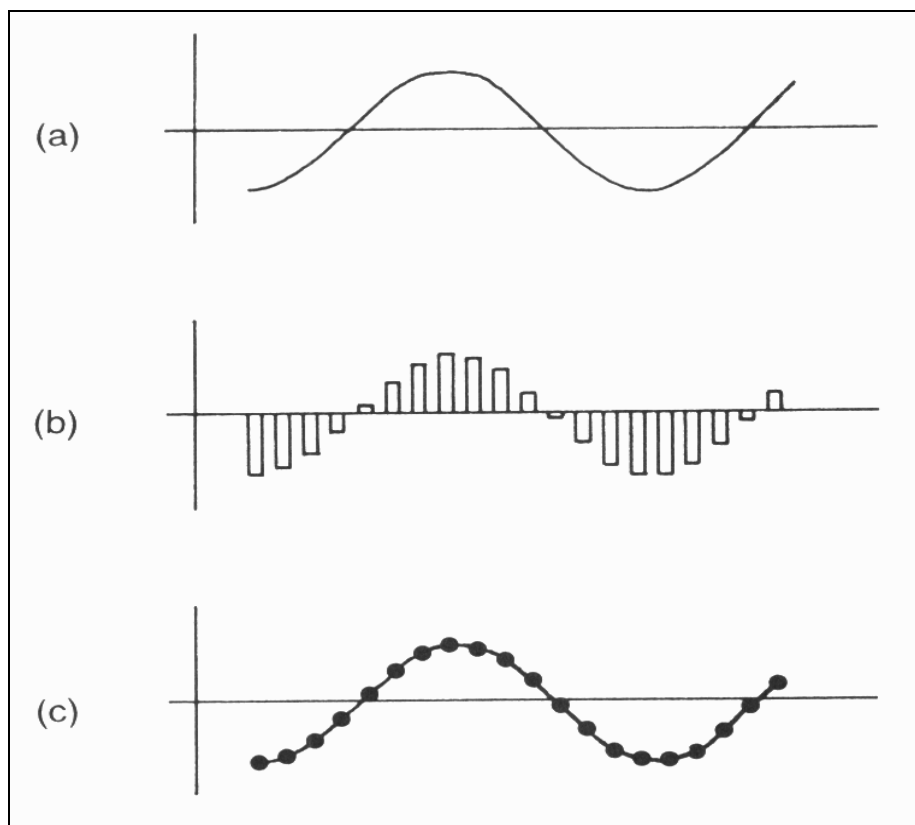
Višekanalno digitalno snimanje je nakon laboratorijskih istraživanja rezultiralo razvojem 10-kanalnog digitalnog snimača na digitalnu traku kojeg su razvili stručnjaci BBC 1976.g. Kompanija 3M je 1978.g. u saradnji sa BBC razvila 32-kanalni digitalni audio snimač. Dominaciju veoma skupim tržištem digitalnih snimača preuzimaju Sony i Mitsubishi sve do pojave jeftinijih digitalnih audio snimača koje su na tržište plasirale kompanije Tascam i Alesis. Danas veliki broj proizvođača proizvodi digitalne snimače koji rade samostalno ili se proizvode u obliku kompjuterskih kartica koje se ugrađuju u perosnalni kompjuter.

Moderni digitalni snimači višestruko prevazilaze kvalitet digitalnih snimača od pre deset ili više godina. Ipak, komercijalizacija proizvodnje je dovela i do netačnog prikazivanja realnih tehničkih specifikacija samih digitalih snimača, te je nastala potreba za poznavanjem oblasti digitalnog snimanja kako bi se mogla uspešno vršiti komparacija digitalnih snimača pre kupovine ili korišćenja. Poznavanje osnova digitalnog snimanja audio signala je neophodno kako bi se proces digitalnog snimanja i obrade signala uspešno obavio.



digitalni 32-kanalni snimač kompanije 3M

Konverzija analognog signala u digitalni signal je tehnološki kompleksan postupak, kojeg korisnik nije svestan, jer taj postupak obavljaju čipovi u digitalnom snimaču, ali je od ključnog značaja za kvalitetno snimanje. Loš izbor opreme za digitalno snimanje, neadekvatno podešavanje učestalosti odabiranja i rezolucije snimanja redovno dovodi do loših rezultata. Prečesta promena parametara kao i prečeste i nepotrebne intervencije u digitalnom snimku u toku obrade zvuka degradiraju signal bez obzira na kvalitet snimanja. *Obrada digitalnog snimka ne treba da služi za popravku loše interpretacije muzičkog dela nego za finalno doterivanje snimka uspešno interpretiranog muzičkog dela.* Prilikom digitalnog snimanja zvuka poseban čip na digitalnom snimaču tj. na zvučnoj kartici ako se radi o kartici ugrađenoj u personalni kompjuter obavlja konverziju analognog signala u digitalni. Naime, ako je učestalost odabiranja 44100 Hz u sekundi to znači da on obavlja kvantizaciju - dodeljivanje vrednosti dolaznom signalu 44100 puta u sekundi. Ako je pri tom rezolucija snimanja 16 bita onda to znači da će on ulazni signal opisati rečima od 16bita. Kvantizacija po prirodi stvari uključuje donošenje odluke između dveju vrednosti pa neophodno ima grešku. Sve vrste konverzije analognog signala u digitalni imaju grešku. Međutim, što je konverter analognog signala u digitalni bolji greška će biti manja ili čak zanemariva. Čip koji obavlja tu funkciju ima referentni napon koji može imati količinu nivoa koja se određuje bitima eksponenta broja 2. Dakle, 8 bitni konverter ima 256 mogućih nivoa. Budući da se radi o sinusoidi, pozitivan i negativan deo sinusoide mogu imati po 128 nivoa. Ako uzmemo da je referentni napon takvog čipa $\pm 5V$ onda svaki bit ima vrednost od 39mV jer $5 / 128 = 0.039$. Dakle, takav konverter nemože da prepozna oscilacije napona manje od 38mV što znači da je njegova greška prilikom konverzije 0.78%.



grafikon a) prikazuje jednu periodu sinusnog signala, grafikon b) prikazuje kvantizovane odbirke dok grafikon c) pokazuje rekonstruisanu sinusoidu od digitalnih odbiraka

Što je konverter bolji grafikoni b) i c) će izgledati finiji, a razlike između njih i grafikona pod a) će biti manje. Ovakav račun pokazuje suštinu dešavanja u samom konverteru. (U ovom delu teksta nije uzet u obzir muzički aspekt snimanja u smislu da li je kvalitetan muzički instrument, kvalitet interpretacije muzičkog dela, kvalitet kablova, konektora, mikrofona i eventualni uticaji drugih ambijentalnih okolnosti za kvalitet snimka.)

Bit	Broj podela u pozitivnom i negativnom delu sinusoide	Rezolucija podele referentnog napona od $\pm 5V$	Greška u %
8	128	39 mV	0.78
16	32 768	153 μV	0.003
20	524 288	9.5 μV	0.00019
24	8 388 608	0.6 μV	0.000012

Iz tabele se vidi da konverteri koji imaju 24 bit rezoluciju imaju veoma malu grešku prilikom kvantizacije analognog signala i njegovog pretvaranja u digitalni oblik. Po ovoj analogiji što je veća rezolucija u bitima, manja je greška prilikom kvantizacije. Ponekad će se u tehničkim specifikacijama nekih digitalnih snimača kao i kompjuterskih zvučnih kartica videti da njihova rezolucija iznosi *oversampling 128 X 1 bit* što po prirodi stvari postavlja pitanje rezolucije. U ovakvim slučajevima se kod

digitalnog snimanja ili nekih CD plejera koristi tehnologija *Sigma-Delta oversampling*, koja ima drugačiji pristup konverziji analognog signala u digitalni, pa se analogija sa prethodno navedenom tabelom ne može u potpunosti izvoditi.

U stručnoj literaturi i u tehničkim specifikacijama nekih proizvoda se može naći termin *Delta Sigma*. Ovaj termin su 1962.g. zajedno skovali naučnici *Inose* i *Yasuda* sa Univerziteta grada Tokio u Japanu. Međutim, zbog nesporazuma u prevođenju, ovaj termin je preveden kao Sigma Delta i u tom obliku često upotrebljavan kako bi označio istu tehnologiju, te se Sigma Delta termin češće i koristi. Međutim, vrlo često proizvođači kombinuju tehnologije pa će se videti da *ADC (Analog to Digital Converter)* ima 24bit rezoluciju sa primenjenom Sigma Delta oversampling tehnologijom od npr. 128x oversampling 1 bit. Sigma Delta oversampling tehnologija ne uzima svih npr. 16 ili 24 bita odbirka nego svaki bit promene konvertuje u vrlo visokoj učestalosti odabiranja. Tako je nastalo i njeno ime, jer je Delta Δ oznaka za promenu, a Sigma Σ za sumu. Dakle, *Sigma Delta* je suma jedinica promene. Iako teorije koje opisuju ovu tehnologiju potiču još iz 1950.g. one se zasnivaju na fundamentalnom zakonu teorije informacija, koji su postavili *Shannon* i *Weaver* 1949.g. Taj zakon kaže da je moguće zadržati rezoluciju konverzije signala ako se širina odbirka zameni većom učestalošću odabiranja.

Sigma Delta smanjuje odbirak na jedan bit, a povećava učestalost odabiranja. Dakle, 128 x Sigma Delta 1 bit konverter svaki odbirak od 1 bita obrađuje 128 puta u svakom periodu odabiranja što značajno povećava efikasnost. Da se ova teoretska efikasnost pretvori u praksu, bilo je potrebno da se dugo čeka dok je proizvodnja elektronskih komponenti omogućila punu integraciju analognog i digitalnog domena, kako bi u ovakvim konverterima analogna i digitalna tehnologija zajedno funkcionisale prilikom precizne konverzije analognog audio signala u digitalni audio signal. Pri velikim brzinama učestalosti odabiranja, kao i kod loših spojeva kablova sa digitalnim snimačem ili kod serijskog povezivanja više digitalnih snimača i drugih digitalnih uređaja, a pogotovo u kompjuterskim mrežama koje prenose audio signal može doći do poremećaja koji se zove *džiter - jitter*. Ovaj poremećaj nastaje kada takt konverzije analognog signala u digitalni ili kada kod prenosa digitalnog signala ne postoji ravnomernost odabiranja, odnosno prenosa signala u jedinici vremena. To znači da se kod učestalosti odabiranja npr. od 96kHz vrši odabiranje signala 96000 puta u sekundi i to u jednakim vremenskim intervalima. Ukoliko dođe do poremećaja u vremenskim intervalima onda odabiranje može da kasni ili da preurani sa kvantizacijom signala i da samim time propusti delove signala. Takav poremećaj dovodi do čujnih izobličenja signala.

Profesionalni digitalni snimači kao i kompjuterske zvučne kartice imaju na sebi poseban čip koji vodi računa o sprečavanju pojave ovog problema. Savremeniji konverteri analognog signala u digitalni kao i konverteri digitalnog signala u analogni imaju u sebi komponente koje vode računa o sprečavanju ovog problema. Važan momenat rešavanja ovog problema je u akcentiranju na insistiranju na korišćenju profesionalne opreme, koja može, a nemora biti skupa, ali isto tako jeftinija od skupe, a nekvalitetne opreme. Povećavanje kompleksnosti studijskog okruženja, korišćenje mrežnih komunikacija za prenos audio signala može dovesti do povećanja rizika od

pojave ovog problema pa je potrebno na vreme preventivno zasnivati koncepciju aktivnosti umetnika. Neophodna znanja mogu pomoći da se utvrdi koncepcija koja je kvalitetna i jednostavna za upotrebu.

Digitalno snimanje audio signala personalnim kompjuterom

Da bismo mogli da koristimo kompjuter za snimanje i obradu zvuka, potrebno je da kompjuter ima zvučnu kartu. *Zvučna karta (sound card)* je elektronski uređaj koji služi za snimanje zvuka, kao i za preslušavanje snimljenih zvučnih datoteka. Zvučne karte mogu biti integrisane u matičnu ploču kompjutera, ali isto tako mogu biti zasebne elektronske komponente koje se naknadno kupuju i ugrađuju u kompjuter. Zvučne karte koje se naknadno ugrađuju mogu ponekad na sebi da imaju dodatne elektronske komponente koje omogućavaju profesionalnu upotrebu kompjutera sa takvom zvučnom kartom.

Takve zvučne karte se najčešće stavljaju u PCI slot, a neke zvučne karte se instaliraju u PCI Express slot u onim kompjuterima koji imaju taj slot na matičnoj ploči. Pre nabavke i ugradnje zvučne karte je važno tačno identifikovati o kojoj se zvučnoj karti radi i da li kompjuter u koji želimo da ugradimo zvučnu kartu raspolaže na matičnoj ploči takve slotove. Laptop kompjuteri redovno imaju u sebi već ugrađene zvučne karte.

Zvučna karta koja je integrisana ima svoje konektore na pozadini kompjutera i ti konektori obično izgledaju kao na slici:

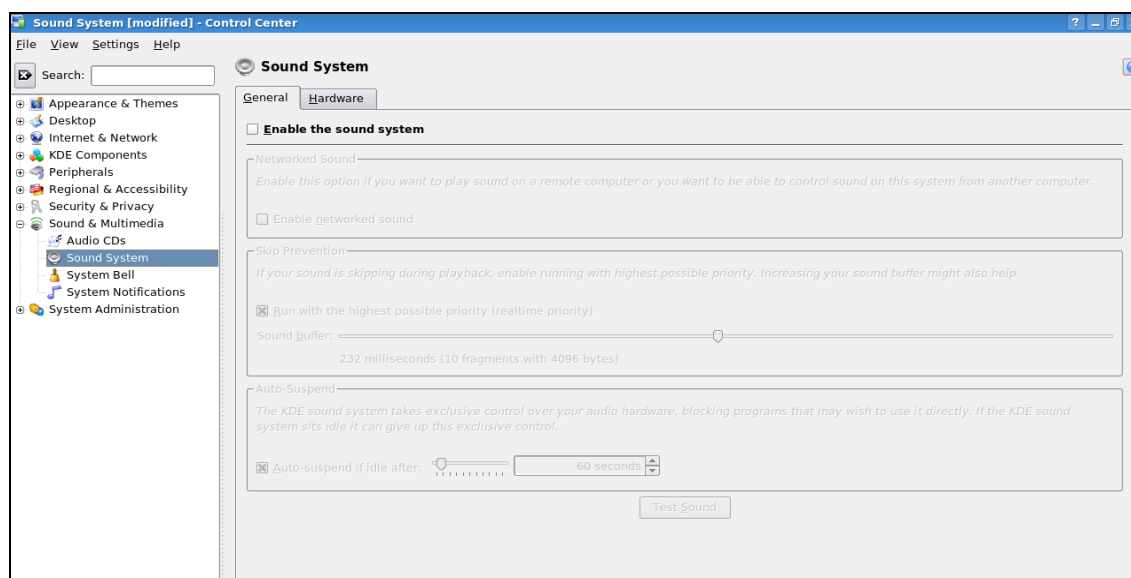


slika prikazuje primer zvučne karte

U GNU/Linuxu funkcionisanje i podešavanje zvučne karte se obavlja pomoću ALSA sistema. ALSA je skraćenica od *Napredna Linux zvučna arhitektura (Advanced Linux Sound Architecture)*. ALSA omogućava funkcionisanje audio i *MIDI* uređaja u Linux operativnom sistemu. ALSA podržava veliki broj zvučnih karti, od amaterskih pa do visoko profesionalnih zvučnih karti. ALSA sistem u sebi sadrži modularizovane pokretačke programe za razne zvučne karte (*drajvere*) kao i mogućnost da razni

programi za audio i MIDI primenu uspešno komuniciraju sa zvučnom kartom. Provera podržanosti zvučne karte se može proveriti na ALSA sajtu <http://www.alsa-project.org>.

Ukoliko koristite *KDE* grafičko okruženje potrebno je da se prethodno isključi sistem upravljanja zvukom koji pripada grafičkom okruženju *KDE*. To se može uraditi tako što se pokrene kontrolni centar *Control Center* u samom KDE i u njemu odabere deo koji se zove *Sound system*. U njemu se, kao na slici, deselektuje upotreba zvučnog sistema koji pripada grafičkom okruženju KDE i tada se može nesmetano koristiti ALSA.



KDE zvučni sistem treba da bude isključen kad koristimo ALSA sistem

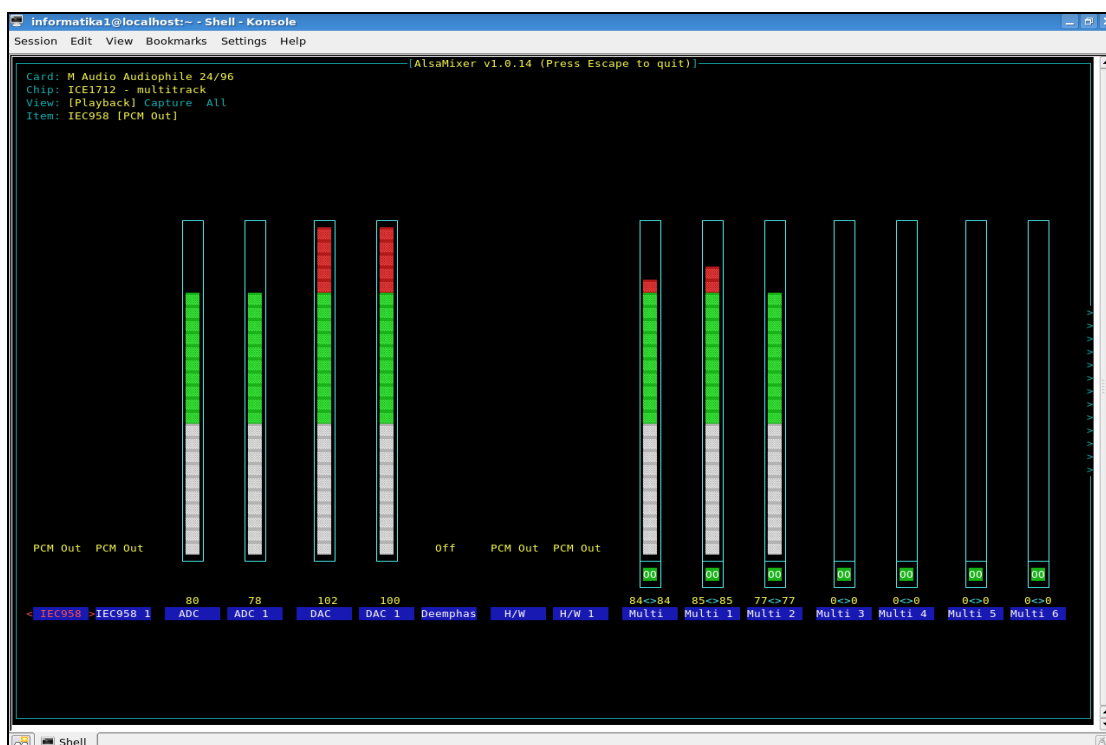
ALSA sistem je ugrađen u GNU/Linux operativni sistem i on automatski prilikom same instalacije GNU/Linux-a vrši detekciju zvučne karte i instalaciju pokretačkih programa. Prilikom svakog uključivanja kompjutera ALSA će se automatski aktivirati i pripremiti zvučnu kartu za funkcionisanje. Neki uređaji za MIDI se povezuju sa kompjuterom putem USB povezivanja i ALSA će njihovo prisustvo automatski prepoznati i pripremiti ih za upotrebu. Ukoliko kompjuter ima dve ili više zvučnih karti, ALSA će izvršiti automatski detekciju svih zvučnih karti i instalirati neophodne pokretačke programe ukoliko su te zvučne karte podržane unutar sistema ALSA. Ako neka od zvučnih karti nije podržana ALSA sistemom, onda će ALSA pokazati poruku da ta zvučna karta nije podržana. *OpenSuse 11.2* redovno koristi program *Pulse* za upravljanje zvučnom kartom.

Alsamixer koji se pokreće u terminalu se pokreće tako što se u terminal upiše komanda:

alsamixer

i pritisne taster *Enter*.

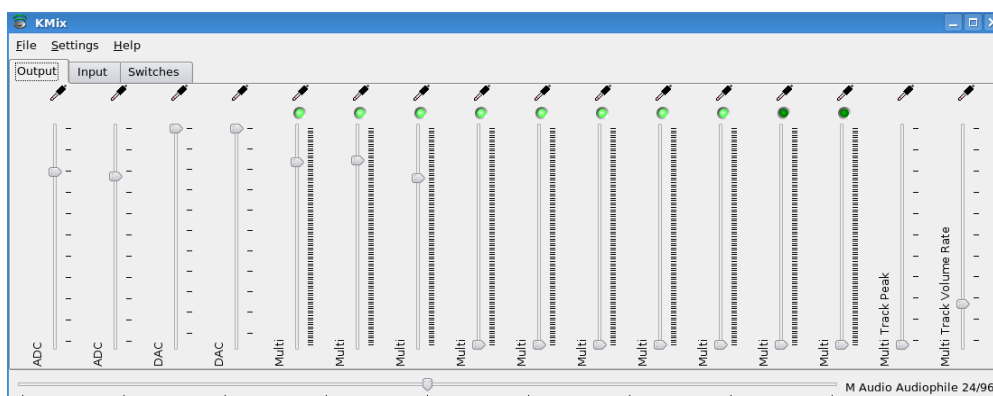
Nakon te komande se unutar terminala pojavi alsamixer kao na slici:



alsamixer je terminal aplikacija za podešavanje zvučne karte

Tasterima *Tab*, te strelicama \rightarrow , \leftarrow , \uparrow i \downarrow se vrši podešavanje i odabiranje pojedinih funkcija zvučne karte kao i podešavanje glasnoće. Nakon završetka podešavanja željenih parametara možemo zatvoriti alsamixer pritiskom na taster *Esc*.

KDE ima svoj mixer koji omogućava podešavanje glasnoće pojedinih funkcija zvučne karte odnosno njihovo uključivanje i isključivanje.



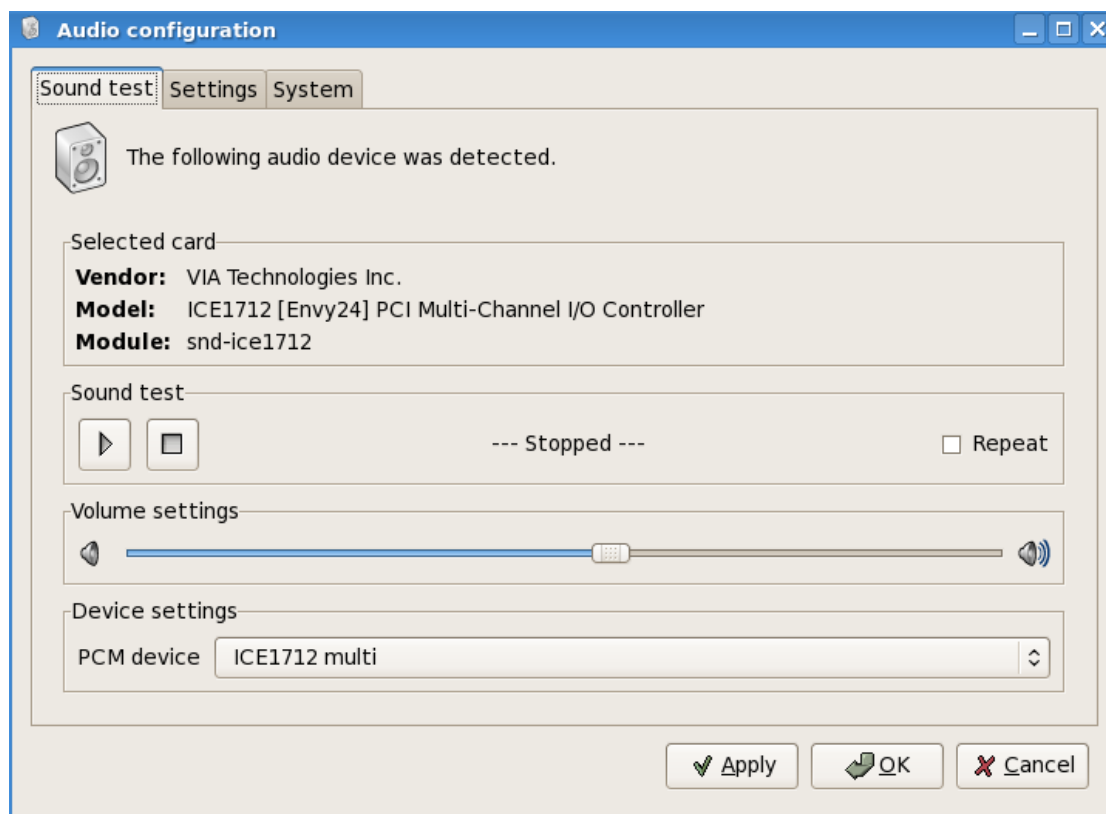
aplikacija Kmix se pokreće iz menija za audio aktivnosti

Podešavanje kartice može da se vrši tako što se u meniju System odabere podmeni koji se zove *Soundcard settings*. Kad se pritisne *Sound settings* na ekranu će nam se pojaviti kontrolni panel, koji se sastoji od tri dela Soundtest, Settings i System. Podešavanjem parametara na ovim delovima, može se izvršiti detekcija zvučne karte, podesiti njeni parametri te odrediti prioritet zvučne karte u slučaju da u kompjuteru

imamo više od jedne zvučne karte.

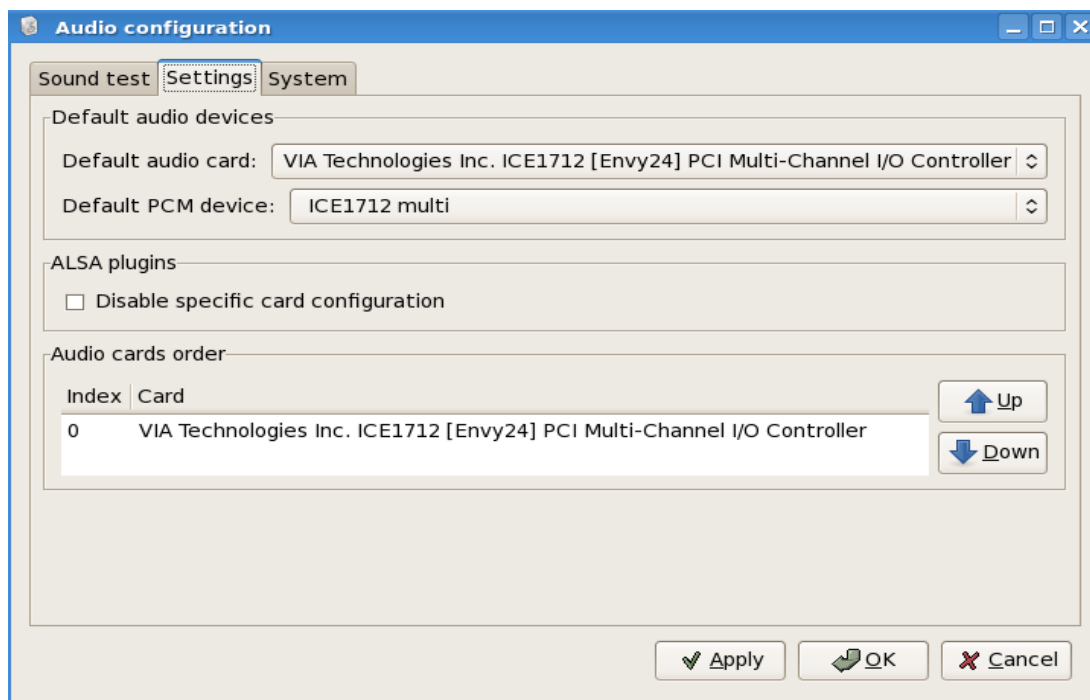
U *Soundtest* delu možemo videti detektovanu zvučnu kartu, te testirati njeno funkcionisanje sa ALSA sistemom tako što ćemo pokušati da čujemo test zvuk tj. test snimak na akustičnoj gitari. Ukoliko je zvučna karta detektovana kao na donjoj ilustraciji, biće nam prikazano da je ALSA sistem detektovao zvučnu kartu, proizvođača, kao i modul koji je instaliran u jezgro operativnog sistema. Ovakav grafički prikaz znatno olakšava postupak detekcije zvučne karte, te samim tim olakšava i učenicima, početnicima korišćenje kompjuterskih tehnologija sa primenom u muzici. Izgled programa *Kmix* može da varira od jedne do druge vrste GNU/Linux-a zbog eventualnih posebnih promena u toj vrsti GNU/Linux-a ili specifičnosti same zvučne karte, ali je veoma sličan prikazu u ovom priručniku. Program *Kmix* se lako upotrebljava u svim vrstama GNU/Linux-a.

Međutim, kako bismo uopšte započeli korišćenje ove aplikacije potrebno je da se najpre prijavimo u sistem sa root nalogom pomoću upisivanja root lozinke. Nakon pokretanja *Sound detection* aplikacije na ekranu će se pojaviti grafički prikaz prijavljivanja u sistem root lozinkom. Tada treba da upišemo našu lozinku i sistem će nam dozvoliti da nastavimo sa radom. Ista aplikacija se može pokrenuti upisivanjem komande: *system-config-soundcard* u terminalu.



ekran programa za identifikaciju zvučne karte

Ako želimo da podesimo koja zvučna karta će biti pretpostavljena zvučna karta, odnosno redosled po prioritetu, ako imamo više zvučnih karti, onda možemo koristiti deo koji se zove *Settings* i u njemu podesiti redosled i pretpostavljeni prioritet korišćenja zvučne karte u kompjuteru.



prioritet zvučnih karti se podešava u ovom ekranu ako imamo više zvučnih karti u kompjuteru

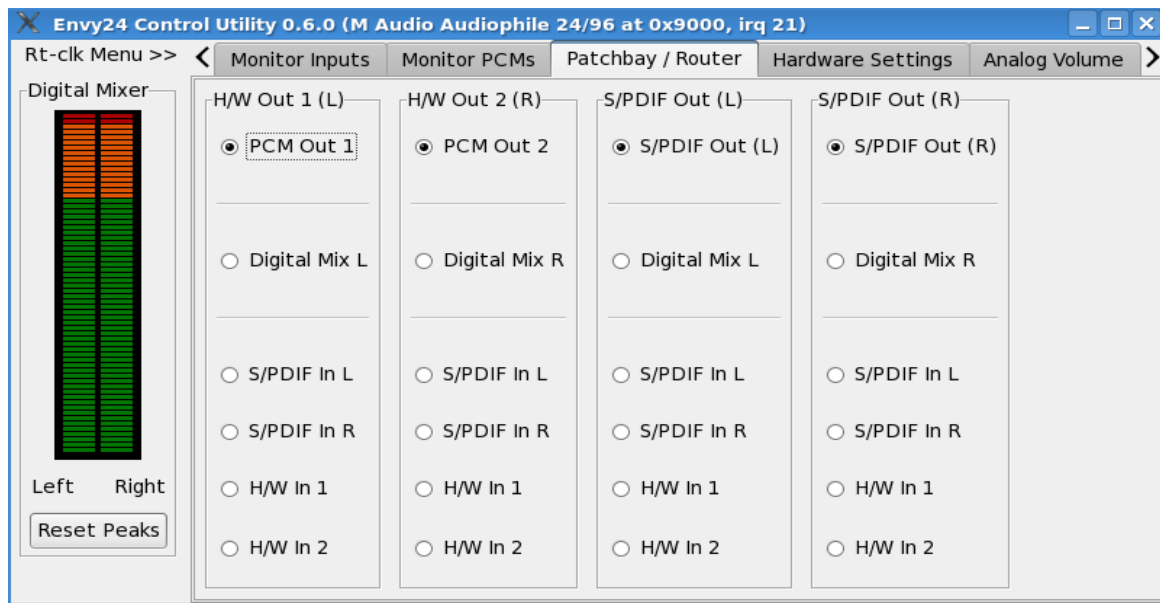
U delu koji se zove *System* možemo da vidimo koju verziju ALSA sistema naš Linux koristi, koju verziju pokretačkog programa i ALSA biblioteke. Pritiskom na dugme *Apply* aktiviramo sve unsene promene i na taj način pripremimo sistem za funkcionisanje sa novim parametrima.



pregled ALSA sistema

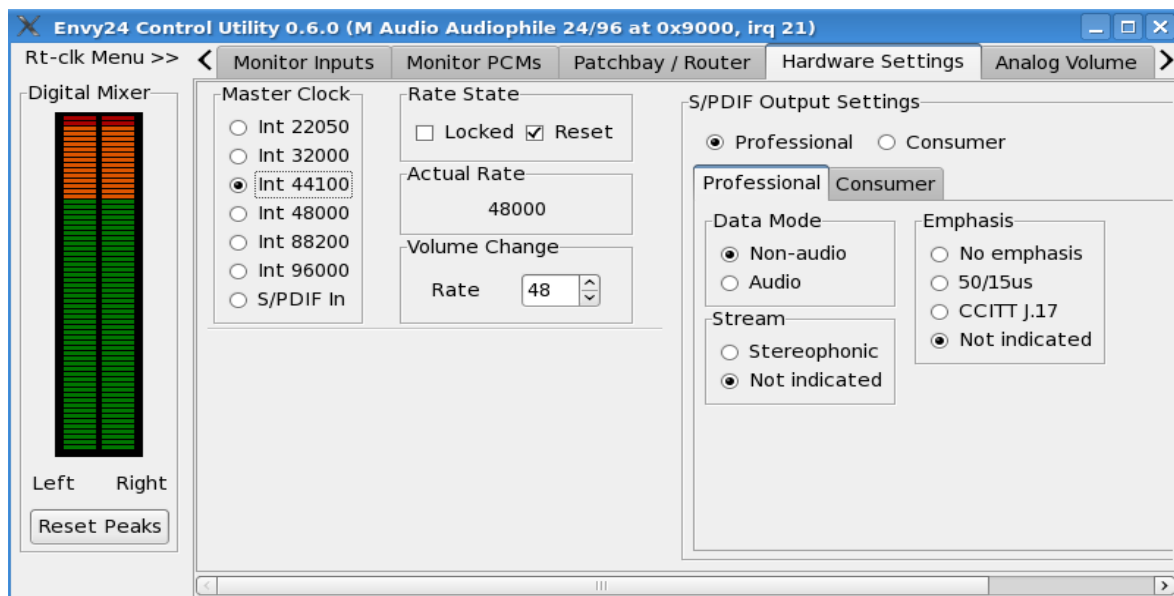
Neke zvučne karte imaju posebno napisane aplikacije za kontrolu svojih funkcija. Tako zvučne karte koje su zasnovane na čipu *Envy24* imaju posebno napisanu aplikaciju za upravljanje svojim funkcijama koje se zasnivaju na tom čipu.

Ovom aplikacijom se može podesiti putanja audio signala, glasnoća, te uključivanje odnosno isključivanje njenih pojedinih funkcija.



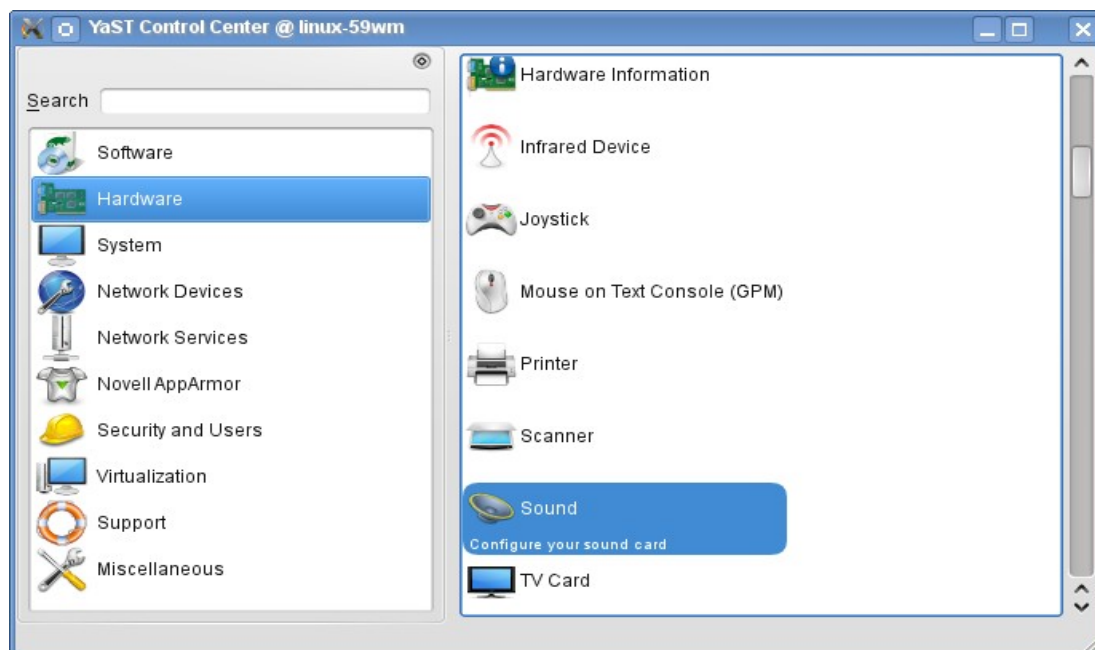
kontrolna tabla za konfigurisanje zvučne karte zasnovane na Envy24 čipsetu

Ova aplikacija za kontrolu zvučnim kartama zasnovanim na čipu Envy24 omogućava da se definišu i parametri oštine snimanja zvuka, učestalost odabiranja signala, kvalitet snimanja ili sviranja digitalnog signala. Nakon kratkog eksperimentisanja, može se lako definisati najčešći načini korišćenja zvučne karte kako bi se efikasno koristila u školi, kućnom studiju ili u profesionalnim uslovima.



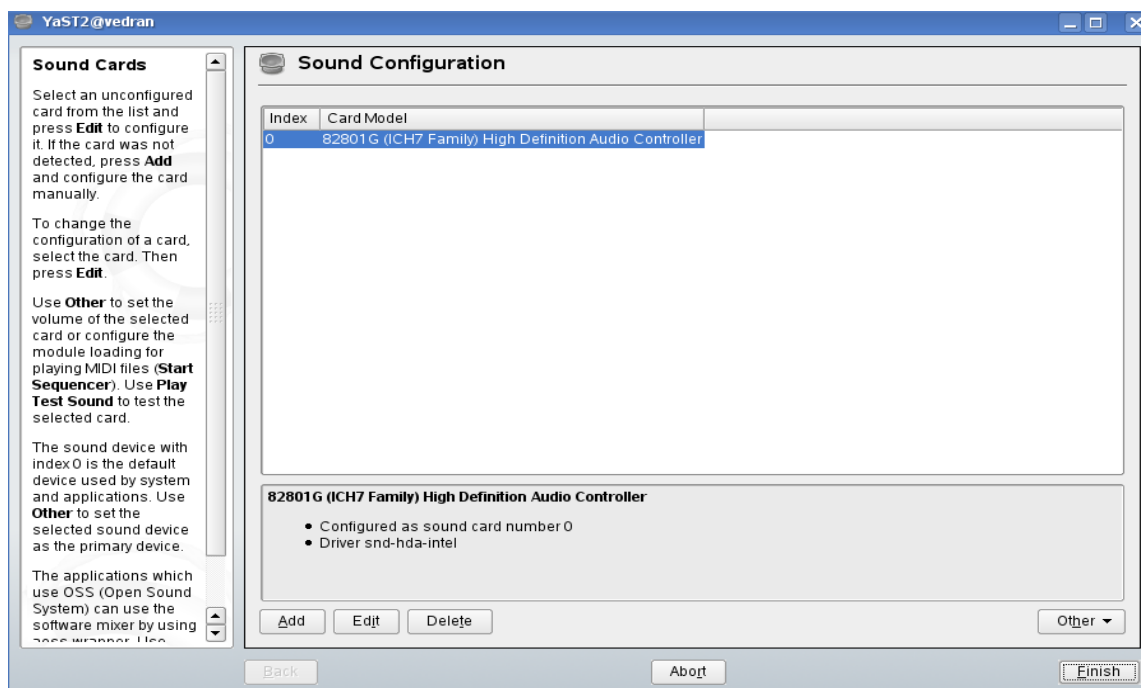
podešavanje učestalosti odabiranja u kontrolnoj tabli zvučne karte

U GNU/Linuxu OpenSuSe 11.2 podešavanje zvučne karte se vrši tako što se pokrene aplikacija za konfigurisanje sistema koja se zove Yast. U Yastu najpre označimo deo koji se zove *Hardware*.



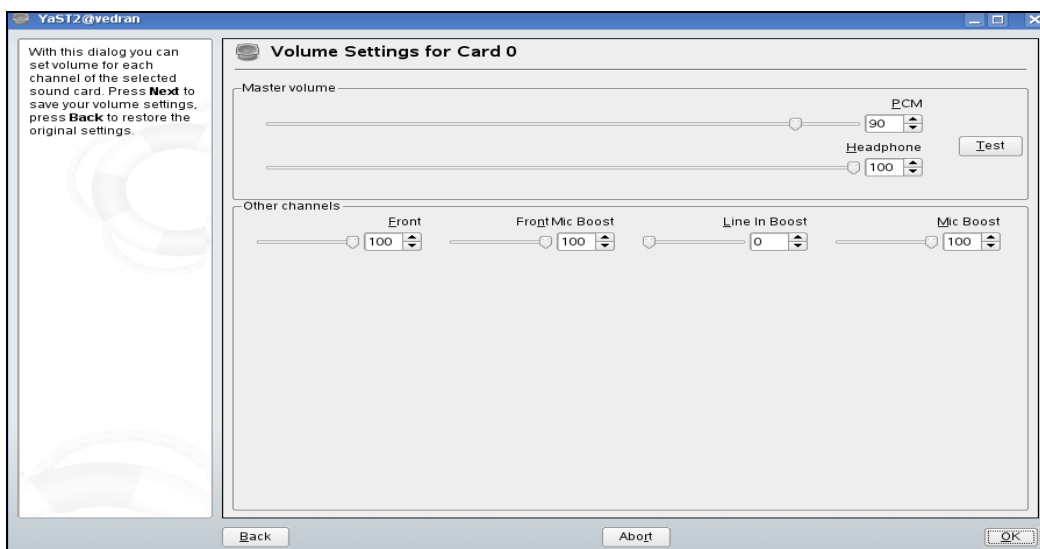
prikaz ekrana za podešavanje hardvera u Yastu

U ovom delu Yasta odaberemo deo koji se zove *Sound* i tada Yast izvrši detekciju zvučne karte i prikaže zvučnu kartu koju je našao.



prikaz detektovane zvučne karte u Yastu

U donjem desnom uglu se nalazi opcija *Other* koja daje dodatne mogućnosti podešavanja zvučne karte. Posebno je važan deo za sviranje test snimka kako bismo proverili da zvučna karta radi, ali i za podešavanje volumena delova funkcija ili funkcija cele zvučne karte.

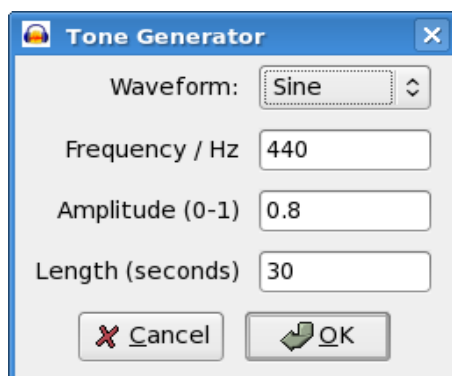


podešavanje volumena pojedinih delova zvučne karte u Yastu

Nakon završavanja podešavanja volumena, potrebno je pritisnuti **OK**, a nakon toga **Finish**. Zvučna karta je nakon ovakvog podešavanja spremna za upotrebu.

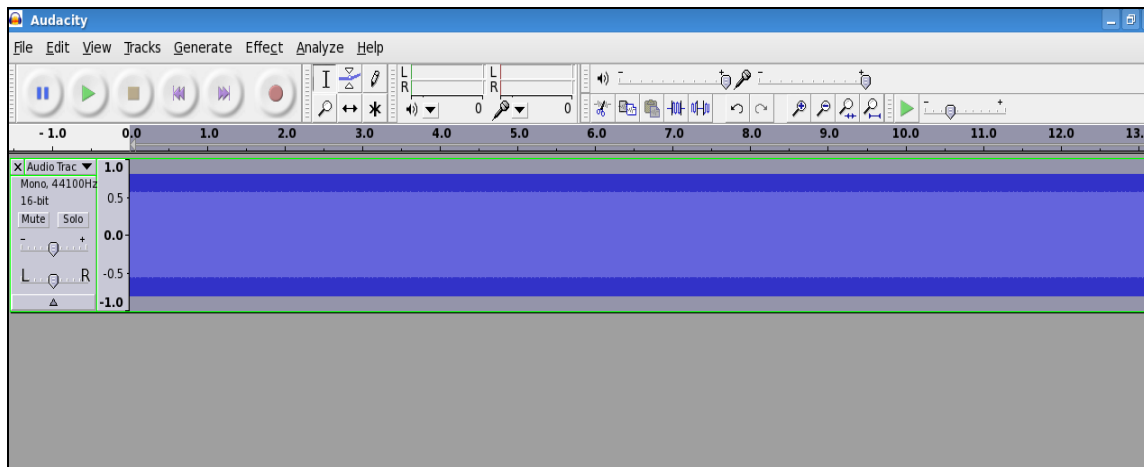
Upotreba programa Audacity i Rezsound

Program *Audacity* je slobodan program namenjen za snimanje i obradu audio signala. Ovaj program nije običan program za snimanje audio signala. Njegova arhitektura obezbeđuje uspešnu integraciju sa plug-in efektima. On može da prihvata VST efekte kao i LADSPA efekte. Na ovaj način *Audacity* može da ponudi preko dve stotine efekata, filtera, što predstavlja bogat izvor alata za uspešno realizovanje umetničkog rada i eksperimentisanja. U programu *Audacity* može da se snimi neograničen broj audio kanala, te da se u njemu podešava glasnoća, prisustvo efekata u svakoj traci posebno lako i brzo upravlja trakama, analizira signal ili generišu različite vrste signala. U programu *Audacity* u meniju *Generate* možemo generisati ton frekvencije 440Hz, sinusnog oblika u određenom vremenskom trajanju.



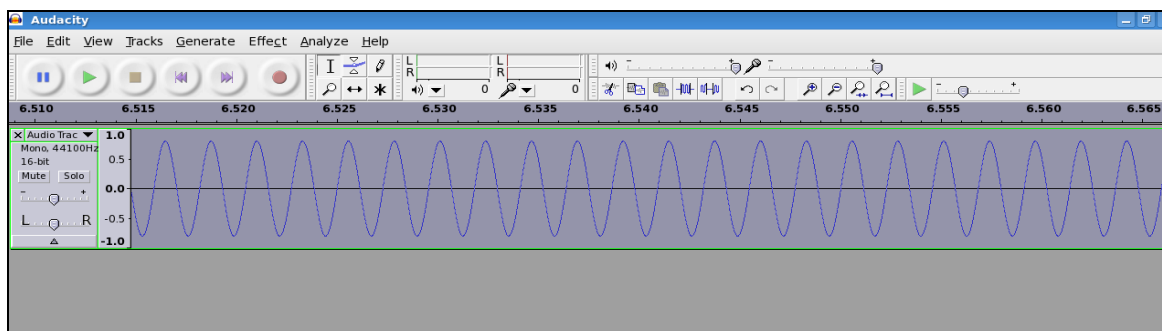
moгуćnost generisanja raznih signala

U našem primeru smo odabrali trajanje od 30 sekundi sa 0.8 amplitude. Pritiskom na dugme *OK*, *Audacity* će generisati sinusoidu frekvencije 440Hz u trajanju od 30 sekundi. Da bi se ta frekvencija precizno čula, potrebno je da je emitujete preko zvučnika koji mogu da emituju tu frekvenciju. Većina zvučnika namenjenih za reprodukovanje zvuka iz kompjutera može da reprodukuje ovu frekvenciju uspešno.



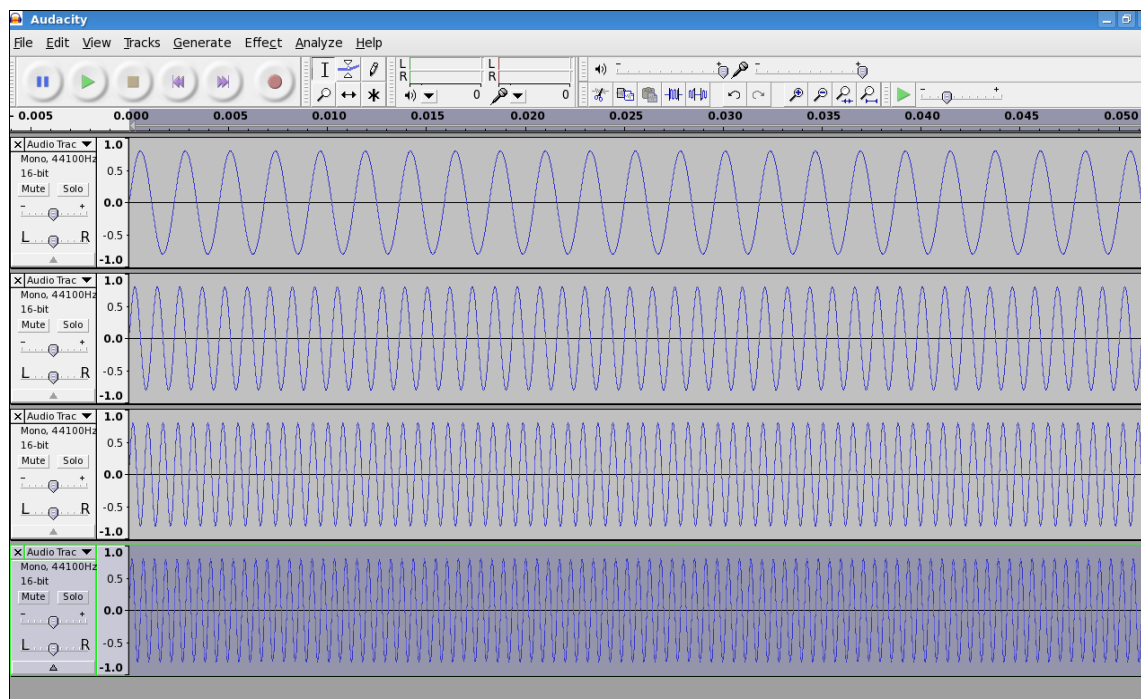
prikaz audio trake sa generisanim signalom

Nakon generisanja signala, ta frekvencija će biti prikazana u audio traci. U našem primeru smo odabrali da je pretpostavljena vrednost učestalosti odabiranja 44100Hz te da je rezolucija signala 16 bita. Međutim, da bi uspešno učenicima objasnili prirodu sinusnog oblika potrebno je da uvećamo prikaz generisanog signala. Uvećavanje generisanog signala vršimo tako što ćemo u meniju *View* odabrati komande *Zoom In* za uvećavanje odnosno *Zoom Out* za smanjenje prikaza. Isti rezultati mogu se postići pritiskanjem tastera *Ctrl + 1* za uvećanje odnosno *Ctrl+3* za smanjenje prikaza. Pomoću ovog alata umetnici mogu lakše shvatiti fazu i druge aspekte digitalne obrade signala.



prikaz sinusoidnog signala u programu Audacity

Ako želimo da pokažemo muzičarima istovremeno osnovnu frekvenciju koja služi za štimanje muzičkih instrumenata od 440Hz kao i nekoliko drugih frekvencija koje su celobrojni umnošci osnovne frekvencije, to možemo uraditi na vrlo jednostavan način. Program Audacity omogućava vrlo lako realizovanje takvih aktivnosti.

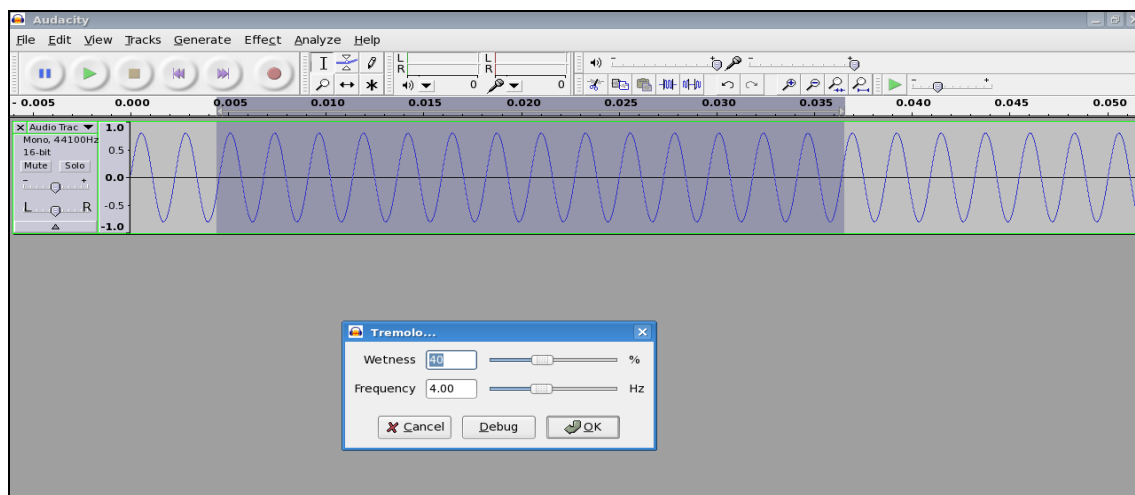


prikaz osnovne frekvencije i njenih harmonika

Nakon što odaberemo meni *Tracks* i u njemu odaberemo *New audio track* Audacity će pokazati praznu audio traku. Nakon toga odaberemo meni *Generate* i u njemu odaberemo generisanje tona od 440Hz u trajanju od 30 sekundi. Nakon toga isti postupak ponovimo za frekvencije od 880Hz, 1320Hz i 1760Hz. Audacity će pokazati sve generisane frekvencije sinusoidnog oblika jednu ispod druge. Takve prikaze možemo uvećati pritiskom na taster *Ctrl + 1* pa ćemo dobiti prikaz kao na gornjoj slici, koji plastično pokazuje dvostruko veće brojeve sinusnih oscilacija u jedinici vremena, što će znatno olakšati razumevanje prirode sinusnog signala kao i odnos osnovne frekvencije i njenih celobrojnih umnožaka (*harmonika*).

Jedan od primera vežbanja upotrebe programa Audacity jeste proučavanje ponašanja zvuka kod primene tehnike tremolo sviranja.

Da bismo razumeli pomoć programa Audacity, kako se postiže efekat *tremolo* koji muzičari praktikuju u sviranju, možemo u programu Audacity odabrati meni *Effects* i u njemu odabrati *Tremolo* i primeniti ga na odabrani deo generisang zvuka sinusnog oblika frekvencije od 440Hz (*vidi donju sliku*). Nakon primene efekta možemo da uočimo dodatne amplitudne oscilacije koje se u stvari primenjuju gudačima ili na drugi način na muzički instrument koji sviraju. Na taj način umetnici mogu da stvore jasniju sliku o samom procesu postizanja efekta tremolo koji oni koriste u svom izvođenju muzičkih dela i primeniti ga na razne vrste zvukova.



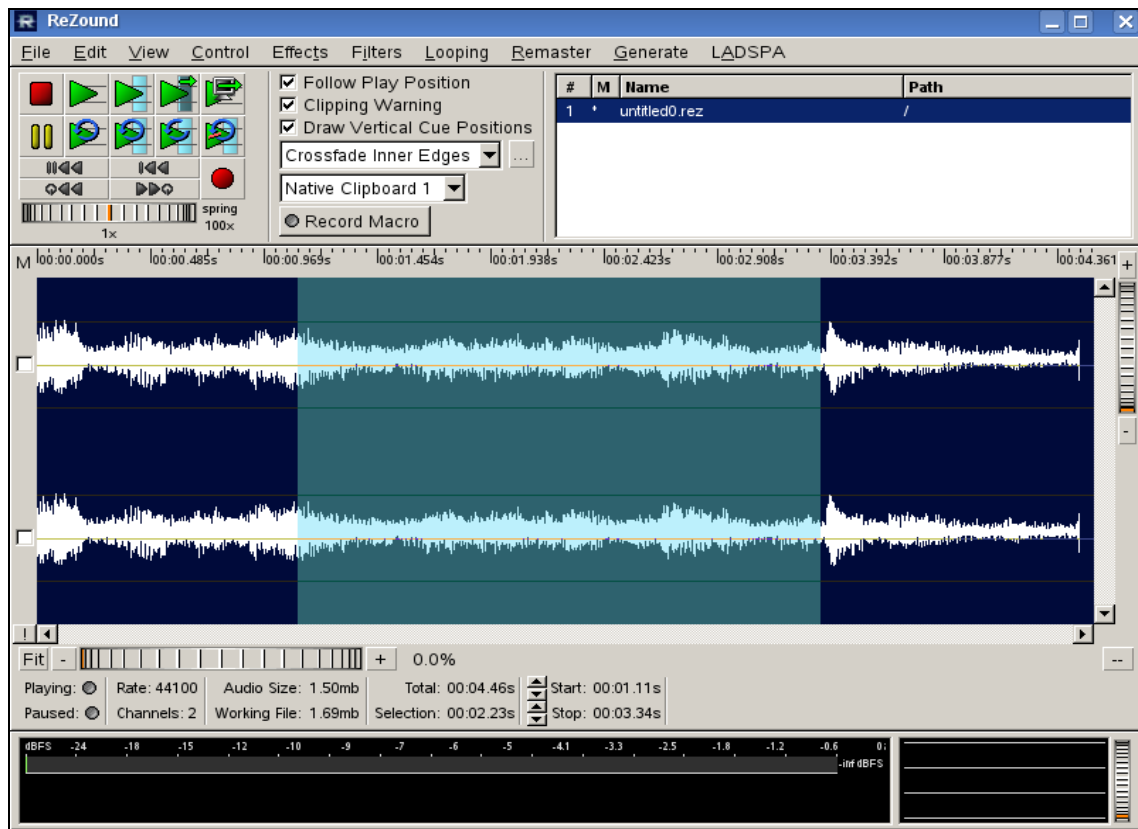
promena tremolo efekta je vrlo jednostavna i pogodna za pokazivanje

Koristeći program *Audacity* možemo da izvršimo snimanje digitalnog signala bez prethodne konverzije analognog signala u digitalni. To se može vršiti ako snimamo već postojeće digitalne zvukove koji se nalaze u kompjuteru. Takav način snimanja možemo izvršiti ako se u kompjuteru izvrši sinteza zvuka i ako postoje zvukovi koji se nalaze u obliku odbiraka. Snimanje putem sinteze zvuka je opisano u poglavlju koje se bavi sintezom zvuka.

Detaljan opis funkcija programa *Audacity* (koji prevazilazi opseg ovog priručnika) se može koristiti u raznim delovima nastave. *Audacity* se može koristiti i u nastavi programiranja pošto se *plug-inovi* mogu pisati u jeziku Nyquist, a dodatna saznanja o tome mogu se steći kontaktiranjem osobe koja se bavi programom *Audacity*, kao i Nyquist programskim jezikom za audio aplikacije, učešćem na mailing listi. Snimanje se vrši kao i kod svih drugih programa za snimanje audio signala.

Program *Rezound* je u mnogim segmentima sličan programu *Audacity*, ali je njegov grafički interfejs pregledniji za rad sa jednom audio datotekom.

Program *Rezound* nije namenjen za istovremeni rad sa više kanala. Moguće je otvoriti više audio datoteka, ali se samo jedna vidi na glavnom ekranu. *Rezound* takođe može da primeni LADSPA efekte, a isto tako ima svoje filtere i druge alate, pa može biti jako pogodan za realizaciju snimanja i obrade zvuka. *Rezound* može biti posebno praktičan u završnom radu na gotovom snimku (*postprodukcija*).



Rezound je vrlo praktičan za rad sa jednom audio datotekom na istom ekranu

Kompresija audio signala - MP3, OGG, TAU

Početak razvoja

Prvi pokušaji pravljenja *kodeka* sa funkcijom da izvrše psiho-akustičko maskiranje, pod uslovom da rezultat bude veran originalu, su bili još 1979.g. *Manfred Šreder* (*Manfred Schroeder*) u Nemačkoj i *M.A. Krejsner* (*M.A. Krasner*) u SAD su nezavisno jedan od drugog predložili takav *kodek*. Krejsner je čak napravio uređaj koji je obavljao tu funkciju, ali je, s obzirom na tadašnje tehnološke uslove, takav uređaj bio veoma spor za praktičnu upotrebu. Kompanije, univerziteti, instituti, fondacije koje se bave istraživanjem i razvojem informacionih i komunikacionih tehnologija, a posebno one koje su se bavile komunikacijama i telefonskom industrijom, imale su poseban interes u kreiranju kodeka, koji bi imali sposobnost kompresije audio signala kako bi se omogućilo optimalno iskorišćavanje telefonskih mreža. Kompanija Motorola je za svoje čipove za digitalnu obradu signala (*DSP - Digital Signal Processor*) napravila kodek koji se zvao *OCF - Optimum Coding in the Frequency Domain* (*Optimalno kodiranje u frekventnom području*).

OCF kao i skoro svi pokušaji tog tipa se zasnivaju na algoritmima kompresije koji neminovno oštećuju audio signal, pa se ne upotrebljavaju u profesionalnim okruženjima snimanja ili obrade audio signala. Dok tehnologija digitalnog snimanja audio signala zasniva svoje napore na istraživanjima koja pokazuju potrebu za uređajima sa što većom rezolucijom i učestalosti odabiranja, tehnike kompresije audio signala pokušavaju da nađu kompromise i da pristanu na oštećenja audio signala kako

u frekventnom opsegu, tako i u pogledu dinamike, volumena i sl. Zbog tih razloga tehnike kompresije audio signala nemaju široku upotrebu u klasičnoj muzici.

MP3 kompresija

OCF kodek je bio preteča MP3 kompresiji signala. MP3 kompresija audio signala je nastala kao rezultat rada i proučavanja OCF i drugih metoda. Istraživački rad su vodili *Dr Karlhajnc Brandenburg* (*Dr. Karlheinz Brandenburg*) iz *Fraunhofer društva za integralna kola* (*Fraunhofer Society for Integrated Circuits*) iz Nemačke, kao i drugi saradnici iz *Musicama*. Početkom devedesetih godina su postojala dva predloga. Jedan je bio Musicam, a drugi ASPEC (Adaptive Spectral Perceptual Entropy Coding). Musicam tehniku su predložili Philips, CETT i Institut für Rundfunktechnik i biva prihvaćena kao osnova za ISO MPEG Layer I i Layer II, koje služe i za emitovanje radio programa. Posebna radna grupa je radila na unapređenju i sredinom devedesetih godina je napravila MP3 MPEG Layer III, format koji je imao isti kvalitet kao i MPEG Layer II, ali veću kompresiju. Karlhajnc Brandenburg je testove za MP3 radio na pesmi Tom's Dinner pevačice Suzanne Vega, jer mu se ta kompozicija činila pogodnom za testove za kvalitet zvuka. Audio datoteke na kojima je primenjena MP3 kompresija imaju u nastavku naziva *.mp3*. Taj nastavak su dobile 1995.g. i od tada audio datoteke sa nastavkom *.mp3* se vrlo brzo šire Internetom i postaju veoma popularne iako analize pokazuju da postoje gubici signala prilikom kompresije audio signala.

MPEG-1 standard ne daje preciznu tehničku specifikaciju kako se vrši MP3 kompresija (kodiranje) pa zato imamo jedan broj softvera koji MP3 kompresiju obavljaju tako što dobiju veoma različite rezultate. Razlog je što neki softverski paketi ne vrše jednako dobro MP3 kompresiju u višim i nižim *bitrate*. (Termin označava koliko bita u sekundi audio datoteka zauzima po sekundi). Međutim, MPEG-1 standard daje preciznu tehničku specifikaciju kako se *dekodira* kodirana datoteka pa se na taj način najčešće i porede dekodirane datoteke i procesi dekodiranja. Oni se najčešće porede po *bitrate*, te količini memorije i procesorskog takta koje zauzimaju tokom svog rada. Što je veći *bitrate*, tj. zauzimanje prostora na disku, veći je i kvalitet zvuka. Međutim, što je manji *bitrate* manji je i kvalitet zvuka. Kod nižih veličina *bitrate*, čuju se dodatne smetnje, koje bitno narušavaju kvalitet audio datoteke. Za postizanje uspešnog rezultata je veoma važno kako se vrši kodiranje, kakvi su njegovi parametri i kakva je kompleksnost audio datoteke koja se kodira. Analiza audio datoteke pokazuje da se neki delovi audio datoteke mogu lakše komprimovati nego drugi pa se nekada iz tih razloga koristi tehnika *VBR Varijabilni bit rate* (*Variable Bit Rate*). Pored VBR tehnike postoji i *CBR Konstantan bit rate* (*Constant Bit Rate*). Kod VBR Tehnike program određuje gde će primeniti veću, a gde manju kompresiju dok je kod CBR tehnike kompresija svugde konstantna. CBR tehnika može kod istih uslova biti sporija i rezultirati većim datotekama, ali potencijalno sa boljim audio kvalitetom, dok VBR tehnika može pod istim uslovima rezultirati datotekama manje veličine, ali malo lošijim audio kvalitetom.

MPEG - Layer 3 standard definiše *bitrate* vrednosti na 32, 40, 48, 56, 64, 80, 96, 112, 128, 144, 160, 192, 224, 256 i 320 kbit/s sa učestalostima odabiranja na 44.1 kHz i 48 kHz. Ovde primećujemo da učestalosti odabiranja od 96 kHz i 192 kHz nisu uzete

u obzir. Kod CD snimka koji po standardu ima učestalost odabiranja od 44.1 kHz i 16 bit rezoluciju bit rate je 1411.2 kbit/s. Dakle, čak i sa 320 kbit/s kompresija je veća od četiri puta. S obzirom da je primetan trend opadanja cena memorijskog prostora i da je brz Internet sve rašireniji svugde u svetu, potreba za MP3 datotekama će se smanjiti.

MP3 datoteke se sastoje od zaglavlja i samih podataka. U novije vreme MP3 datoteke imaju i takozvane ID3 metapodatke koji u stvari opisiju naziv kompozicije, muzički žanr, ime autora ili autorke i druge slične podatke. Telo MP3 datoteke u kojem se nalaze audio podaci, sastoji se od okvira sa podacima, koji su nezavisne celine. Čak ako neki okvir nedostaje, sviranje same datoteke će se nastaviti. Iako u strukturi datoteke postoje i podaci koji označavaju broj svakog okvira i slično, eventualna ispadanja pojedinih okvira neće prekinuti samo sviranje .mp3 datoteke. Iako ova osobenost može imati dobre karakteristike, umetnici treba da se upoznaju i sa tehnologijama koje omogućavaju veći integritet slušanja od popularnog MP3 formata, a posebno imajući u vidu da MP3 format ne može da komprimuje frekvencije veće od 15.5 kHz što bitno smanjuje prisutnost frekvencija i harmonika instrumenata, kao što su oboa, francuski rog, truba, činele i slično. MP3 format nema samo oštećenja frekventnog opsega, nego i oštećenja volumena audio signala pa se dinamičnija muzička dela ne čuju jednako izražajno kao u originalu.

MP3 tehnologija je pravno zaštićena, pa prilikom korišćenja te tehnologije potrebno konsultovati pravnike u vezi patentnih i drugih prava, jer nosioci patenata često pokreću sudske sporove protiv kompanija i osoba koji prave softvere za kodiranje bez plaćanja posebnih dažbina. I pored izjave glavnih nosilaca patenata, Fraunhofer društvo i kompanija Thomson, da neće tražiti plaćanje licencnih dažbina za programere koji prave slobodan softver za dekodiranje, ljudi koji se bave razvojem slobodnog softvera su napravili alternativne formate i tehnike kompresije audio signala.

OGG standard

OGG je otvoreni standard za slobodan *kontejner format (container format)* za multimedijalne datoteke i *striming (streaming)*. Xiph.Org Fondacija (Xiph.Org Foundation) je organizacija koja se bavi razvojem i održavanjem OGG standarda. Internet, službeni standard, dokumenti RFC 3533 i RFC 3534 opisuju OGG standard protokol od 2006.g.

OGG format nema u sebi okvire sa podacima kao MP3 nego ima stranice. Svaka stranica počinje sa svojim brojem kako bi se znao njihov redosled. Može postojati više stranica sa različitim podacima u istoj .ogg datoteci jer .ogg jeste *kontejner format*. Ako je unutar .ogg datoteke i sadržaj kodiran tehnikom koja podrazumeva okvire, onda će se merenje vremena vršiti po okvirima u tom delu datoteke, a po drugom kriteriju u drugom delu datoteke. Takav način označavanja vremenskih pozicija u kontejner datoteci se naziva *granula*.

Do polovine 2007.g. audio datoteke, kodirane OGG standardom, su imale .ogg nastavak u nazivu datoteke. Xiph.Org Fondacija je u svojoj tehničkoj specifikaciji od sredine 2007.g. zadržala nastavak .ogg samo za audio datoteke. Datoteke sa drugim vrstama

kodiranog sadržaja kao što je video po novoj tehničkoj specifikaciji imaju nastavak *.ogv*, audio datoteke *.oga*, a izvršne datoteke *.ogx*. OGG otvoreni standard je u kodiranju audio datoteka tehnološki superiorniji od MP3 tehnike i daje bolje audio rezultate, te se sve više upotrebljava u celom svetu.

Termin *kontejner format* podrazumeva da unutar same datoteke mogu biti sadržane razne vrste kodiranja. Tako se audio najčešće kodira *Vorbis-Ogg* kodekom, video pomoću *Theora* kodeka, glas putem *Speex* kodeka. Međutim, s obzirom da se radi o kontejner formatu moguće je prihvatiti i druge kodeke koje nije pravila Xiph.Org Fondacija. U OGG formatu može se naći i video datoteka kodirana *Dirac* kodekom, koji je eksperimentalno napravila britanska medijska korporacija BBC, *FLAC* za arhivske audio datoteke i visoko kvalitetni audio, *Writ* i *CMML* za titlove u video datotekama, *Annodex* za indeksiranje umreženih medija, *OGGUVS* za nekomprimovani video kao i razni drugi formati datoteka.

Iako Xiph.Org Fondacija nije još objavila službeni format za metapodatke kao ID3 za MP3, postoji nekoliko metoda upisivanja metapodataka, a softverska podrška je raširena tako da se metapodaci mogu upisivati. Xiph.Org Fondacija je u duhu slobodnog softvera pozvala programere iz celog sveta da doprinesu razvoju službenog standarda za upisivanje metapodataka u *.ogg* datoteke.

Audio programi *Audacity* i *Rezound* mogu da otvaraju, sviraju i kodiraju audio datoteke u *.ogg* formatu dok programi kao što su *Kaffeine* mogu da otvaraju i video datoteke u *.ogg* formatu. Programi kao što su *Amarok*, *Banshee*, *VLC*, *XMMS* i slični koji služe samo za sviranje datoteka mogu da sviraju *.ogg* datoteke. Iako je *.ogg* mnogo mlađi format od MP3 formata njegova tehnička superiornost pomaže sve većoj upotrebi u kompresiji, radio i Internet emitovanju audio signala. *National Public Radio* u SAD emituje svoj program putem Interneta i u *.ogg* formatu. Čak i popularni komercijalni programi za prikazivanje multimedijalnog sadržaja kao što je *Real Player*, prihvatio je *.ogg*, a moguće je instalirati *.ogg* kodek i za *Windows Media Player*, kao i za druge *Quick Time* zasnovane programe, na primer *iTunes* i *iMovie*. Mnogi komercijalni media plejeri koriste *.ogg* kodek u svojim čipovima.

TTA - Kodiranje bez gubitaka

TTA kodek je slobodan softver u kojem se primenjuje tehnika kodiranja koja zasniva svoju tehnologiju na prognostičkim filtrima sa visoko kvalitetnim rezultatima u kompresiji audio signala. Ovaj kodek je nastao u Rusiji kao napor naučnika iz oblasti matematike i fizike. Glavni programer za razvoj i održavanje ovog kodeka je Aleksander Đurić, sa Instituta za solarnu i terestričku fiziku, Rusija. Tehnologija je zasnovana na konceptu koji je prisutan u kompresiji raznih vrsta datoteka kao što su tekstualne, grafičke, izvršne datoteke. Naime, kod kompresije tekstualnih, grafičkih i izvršnih datoteka, u određenoj meri se smanjuje veličina takve datoteke. Dekompresijom takve datoteke se rekonstituiše prvobitna datoteka u potpunosti pa je ona *identična* sa originalnom verzijom te iste datoteke.

TTA kodek se za razliku od mnogih drugih kodeka primenjuje na multikanalnim digitalnim audio snimcima i na rezolucijama od 8, 16 i 24 bita. U zavisnosti od vrste muzike, ovaj kodek može da smanji veličinu audio datoteke na 30%

do 70% od prvobitne veličine. Kod dekodiranja se u realnom vremenu rekonstituiše originalna verzija audio datoteke što znači da primenom kodeka nije došlo do gubitka kvaliteta audio signala.

Ovaj kodek je prisutan u raznim operativnim sistemima, a kao rezultat je i TAU format datoteke koja nastaje kodiranjem originalnog *.wav* digitalnog snimka.

File Name	Start time	Play time	Size, Mb	Uptime	Errors	Status
AudioTrack 01	00:00.00	04:45.04	48.28 Mb	01:15	0	CDDA
AudioTrack 02	04:45.05	04:44.66	48.25 Mb	01:28	0	CDDA
AudioTrack 03	09:29.72	06:02.69	61.47 Mb	01:34	0	CDDA
AudioTrack 04	15:32.67	04:18.19	43.74 Mb	01:03	0	CDDA
AudioTrack 05	19:51.12	03:04.09	31.18 Mb	00:47	0	CDDA
AudioTrack 06	22:55.22	05:32.72	56.39 Mb	01:23	0	CDDA
AudioTrack 07	28:28.20	04:14.29	43.09 Mb	01:07	0	CDDA
AudioTrack 08	32:42.50	04:42.01	47.77 Mb	01:10	0	CDDA
AudioTrack 09	37:24.52	02:46.19	28.16 Mb	00:41	0	CDDA
AudioTrack 10	40:10.72	04:46.42	48.54 Mb	01:12	0	CDDA
AudioTrack 11	44:57.40	04:03.64	41.30 Mb	01:14	0	CDDA
AudioTrack 12	49:01.30	04:41.29	47.66 Mb	01:14	0	CDDA
AudioTrack 13	53:42.60	04:20.51	44.15 Mb	01:09	0	CDDA
AudioTrack 14	58:03.37	03:24.44	34.65 Mb	00:51	0	CDDA
CD conclusion	00:00.00	61:28.06	624.66 Mb	16:59	0	CDDA

Ekran sa audio trakama za kompresiju pomoću TTA kodeka

TAU format podržava metapodatke u ID3 formatu kao i kod MP3 kodeka. Ovakav format se može koristiti u profesionalnim okruženjima, ali njegov razvoj još uvek nije u celosti zadovoljio profesionalne kriterije u primeni na vokalnu muziku, dok je u instrumentalnoj muzici sposoban da omogući dekodiranoj datoteci da bude identična originalnoj verziji audio datoteke.

Proizvođači elektronskih instrumenata koji u svojoj memoriji imaju originalne snimke akustičnih instrumenata su počeli da primenjuju ovaj kodek i da ga ugrađuju u memoriju svojih instrumenata, kao i u nekim profesionalnim uređajima za snimanje i obradu audio signala.

MIDI - komunikacija između digitalnih muzičkih instrumenata

Početkom sedamdesetih godina dvadesetog veka se pojavila potreba da se tadašnji sintetizatori međusobno povezuju radi omogućavanja kompleksnijih muzičkih zahteva. S obzirom da su tadašnji proizvođači imali sopstvena tehnološka rešenja osećala se jaka potreba za saradnjom između proizvođača kako bi se omogućilo da sintetizatori budu osposobljeni za elektronsku razmenu muzičkih informacija. Početkom osamdesetih godina *Deju Smit (Dave Smith)* iz kompanije *Sequential Circuits* sa grupom kolega započinje rad na komunikacionom protokolu koji treba da reši taj problem. On ubrzo predlaže tehnološko rešenje tog problema i proizvođači kao što su *Sequential Circuits, Roland, Yamaha, Oberheim, Korg, Big Briar, Casio* i drugi, doprinose razvoju tog rešenja koje je 1983.godine ratifikovano, definisano i usvojen pod nazivom MIDI.

MIDI je skraćenica od *Musical Instrument Digital Interface*. Kao što i sam naziv kaže MIDI je digitalni interfejs koji omogućava komunikaciju između

elektronskih muzičkih instrumenata. Asocijacija proizvođača MIDI instrumenata *MMA (Midi Manufacturers Association)* je neprofitna interesna organizacija koja služi kao informativni i koordinativno telo za proizvođače MIDI kompatibilnih instrumenata. MMA se brine o razvoju i definisanju tehničkih specifikacija MIDI protokola. Iako je do sada uloženo dosta napora u ravoju MIDI protokola, te dodataka od strane raznih proizvođača elektronskih muzičkih instrumenata, osnovu upotrebe MIDI standarda čini specifikacija *GM (General MIDI 1.0)* standarda.

GM standard

Po ovoj specifikaciji GM standarda muzički instrumenti proizvedeni po ovom standardu moraju biti sposobni da zadovoljavaju njene specifikacije bez dodatne intervencije ili konfigurisanja od strane korisnika. Po ovoj specifikaciji MIDI nije sam zvuk nego muzičke poruke koje se šalju iz jednog muzičkog instrumenta u drugi ili unutar samog muzičkog instrumenta.

Instrumenti šalju MIDI poruke između sebe, a svaki od njih u sebi ima mikroprocesor koji te poruke interpretira i prosleđuje procesoru ili memorijskom čipu koji u sebi ima umemorisane digitalno snimljene ili generisane zvukove. Poruke se šalju serijski brzinom od 31 250 bita u sekundi. Ova brzina je dobijena tako što je takt slanja poruka od 1 Mhz podeljena sa 32.

$$1\text{Mhz}/32 = 31\,250\text{ bit/s}$$

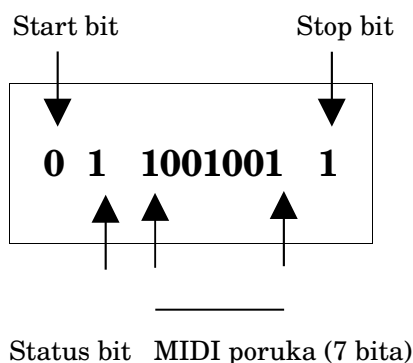
MIDI komunikacija

MIDI poruke se šalju putem MIDI portova koji su 5 pinski DIN konektori. (*DIN* je skraćenica koja označava *Zavod za standardizaciju u Nemačkoj* koji je definisao izgled ovog konektora). U vreme nastajanja MIDI standarda 5 pinski DIN konektori su bili veoma rašireni u upotrebi za spajanje audio uređaja. Način upotrebe DIN konektora za prenos MIDI poruka se ne koriste pinovi 1 i 3. Pin br. 2 je rezervisan za uzemljenje, pin br. 4 služi za prenos MIDI poruka, a pin br. 5 služi za prenos struje jakosti 5mA. Konektori su označeni oznakama *MIDI IN* što označava konektor-port putem kojeg se primaju poslate poruke, *MIDI OUT* što označava konektor-port putem kojeg se šalju MIDI poruke i *MIDI THRU* što označava konektor-port putem kojeg se MIDI poruke samo prosleđuju u sledeći MIDI uređaj u nizu. To znači da kod *MIDI THRU* prenosa MIDI poruka, prijemni MIDI uređaj ne izvršava MIDI poruke koje je primio putem MIDI THRU konektora-porta, već ih samo prosleđuje u naredni MIDI uređaj povezan u nizu.

Osnovnu elektronsku suštinu prenosa MIDI poruka izvršava *UART* čip (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*). Ovaj čip prima i šalje poruke koje se dešavaju kao *dogadjaji (event)* tako što npr. muzičar pritisne dirku. *UART* čip prima bite, jedan po jedan u seriji. Prenos MIDI poruka se može vršiti putem serijskog, paralelnog i MIDI porta, a u novije vreme takođe putem USB, *IEEE1394 (Fire Wire)* i *Ethernet* portova. S obzirom na brzinu protoka MIDI poruka, poželjno je da kabl koji spaja dva MIDI uređaja ne bude duži od 15m. Ukoliko se radi o prosleđivanju MIDI poruka između dva MIDI uređaja, kroz uređaj koji se nalazi između njih, poželjno je da nema više od dva posredna MIDI uređaja, jer može doći do nepravilnosti i

vremenske nepreciznosti u slanju MIDI poruka. Ovakve smetnje se mogu posebno izraziti kod prenosa složenijih MIDI poruka tj. kod sviranja složenijih muzičkih dela ili kod upotrebe kablova, konektora i MIDI uređaja koji nisu kvalitetno izrađeni ili nemaju zadovoljavajuće tehničke performanse kako bi obavili takav prenos podataka. Iako postoje polemike na tu temu, potrebno je prilikom izrade kablova i konektora precizno pratiti tehničku specifikaciju za izradu takvih kablova i konektora kako bismo bili sigurni da će prenos MIDI podataka biti kvalitetan.

MIDI poruke su 10-bitne poruke od kojih prvi i poslednji bit označavaju početak i kraj prenosa MIDI poruke. Od preostalih 8 bita, 1 bit (*status bit*) označava da se radi o MIDI komandi ili argumentu MIDI komande, a ostalih 7 bita označava samu MIDI poruku.



MIDI poruke - muzički aspekti

Po GM 1.0 specifikaciji MIDI poruke se šalju kroz 16 kanala, a kanal br. 10 je rezervisan za slanje ritmičkih poruka za zvukove udaraljki sa kojima se komunicira putem tog kanala. Kanal br. 4 je rezervisan za melodiju dok je kanal br. 8 rezervisan za harmoniju. Novije specifikacije MIDI protokola omogućavaju korišćenje više od 16 kanala. Svaki kanal može da pristupa drugom zvuku instrumenta. MIDI uređaj treba da bude sposoban da svira istovremeno minimum 16 nota za melodiju i 8 za udaraljke. MIDI mapa instrumenata klasifikuje instrumente u 16 grupa od 8 instrumenata što ukupno čini 128 instrumenata.

1-9	Klaviri	65-72	Duvački instrumenti sa trskom u pisku
9-16	Kromatske udaraljke	73-80	Duvački instrumenti sa cevnom usnikom
17-24	Orgulje	81-88	Sintetizovani zvukovi
25-32	Gitare	89-96	Sintetizovani pad zvukovi
33-40	Bas	97-104	Sintetizovani efekti
41-48	Gudački instrumenti	105-112	Etnički tradicionalni instrumenti
49-56	Ansambli	113-120	Udaraljke
57-64	Limeni duvački instrumenti	121-128	Zvučni efekti

MIDI mapa udaraljki se sastoji od spiska 47 udaraljki koji su dodeljeni pojedinim dirkama na klavijaturi. Mape instrumenata i udaraljki su univerzalne za sve MIDI uređaje tako da je instrument broj 1 akustični koncertni klavir u svim MIDI

uređajima, što olakšava komunikaciju i upotrebu MIDI uređaja. Savremeni MIDI uređaji mogu da imaju više stotina instrumenata u svojoj memoriji, ali je osnovna mapa instrumenata uvek ista kako bi se omogućilo osnovno funkcionisanje i komunikacija sa drugim MIDI uređajima. MIDI uređaj može istovremeno da svira više nota odjednom pa se tako određuje njegova *polifonija*. Savremeni MIDI uređaji mogu da sviraju 64 pa čak i 128 nota odjednom.

U MIDI poruke spadaju poruke koje označavaju početak i kraj sviranja nekog tona, jačina pritiska dirke, glasnoća, odabir instrumenta kojem će se poslati te poruke, štimovanje samog elektronskog instrumenta, vibrato, sostenuto, visina tona, broj kanala kroz koji će se poslati poruke i sl. MIDI poruke mogu biti *Start* - početak sviranja muzičke sekvence, *Stop* - zaustavljanje sviranja muzičke sekvence, *Continue* - nastavak sviranja muzike sekvence. Kontrola vremenske preciznosti sviranja note se obavlja tako što MIDI uređaji moraju da pošalju 24 kontrolne poruke za vreme trajanja jedne četvrtine note kako bi se precizno vršila kontrola vremenske pravilnosti sviranja. U MIDI poruke spadaju i takozvane *System Exclusive* poruke to jest poruke koje su specifične za sistem. U ovakve poruke spadaju na primer poruke koje se odnose na takt kompozicije, tonalitet, ukupnu glasnoću, kao i poruke koje pokrenu MIDI uređaj da na spoljašnji uređaj memoriše zvukove koji su u njemu memorisani, informiše drugi MIDI uređaj o oznaci identiteta svog proizvođača, resetovanje MIDI uređaja na fabrički određene parametre i sl.

MIDI uređaj može funkcionisati u četiri operativna moda.

Omni-on Poly je operativni mod u kojem MIDI uređaj prima MIDI poruke na svim kanalima, ali MIDI poruke šalje samo preko jednog kanala. U ovom modu MIDI uređaj može da odgovori polifono na primljene MIDI poruke.

Omni-on Mono je operativni mod u kojem MIDI uređaj prima MIDI poruke na svim kanalima, ali na njih odgovara monofono. Ovaj mod se koristi kada je potrebno da jedan MIDI uređaj svira monofono ili kada je potrebno da više MIDI uređaja unisono sviraju monofone muzičke sekvence.

Omni-off Poly je operativni mod u kojem MIDI uređaj prima MIDI poruke vezane za mapirane instrumente iz osnovnog kanala i dodeljuje ih svim instrumentima polifono. Različiti MIDI uređaji mogu da budu konfigurisani tako da odgovaraju na MIDI poruke dobijene iz različitih kanala tako da svaki uređaj može da bude poseban deo u višedelnoj kompoziciji. Ovaj operativni mod je veoma fleksibilan, jer pojedini kanali mogu biti uključeni, odnosno isključeni prema potrebama kompozicije i uloga MIDI uređaja.

Omni-off Multi je operativni mod u kojem MIDI uređaj, koji u sebi ima više mapiranih instrumenata, može da odgovori na MIDI poruke koje dobija iz više kanala. Na početku definisanja MIDI standarda u ovom modu je MIDI uređaj trebalo da odgovara monofono na ove poruke, međutim noviji MIDI uređaji mogu da odgovaraju polifono na ove poruke. U praksi se ovaj mod koristi kod sviranja MIDI gitara, jer je potrebno da se omogući da svaka žica treba da bude sposobna da šalje MIDI poruke kroz poseban kanal.

Od zavisnosti od muzičkih potreba, MIDI uređaj se može na takav način isprogramirati i definisati njegovo reagovanje na primljene MIDI poruke.

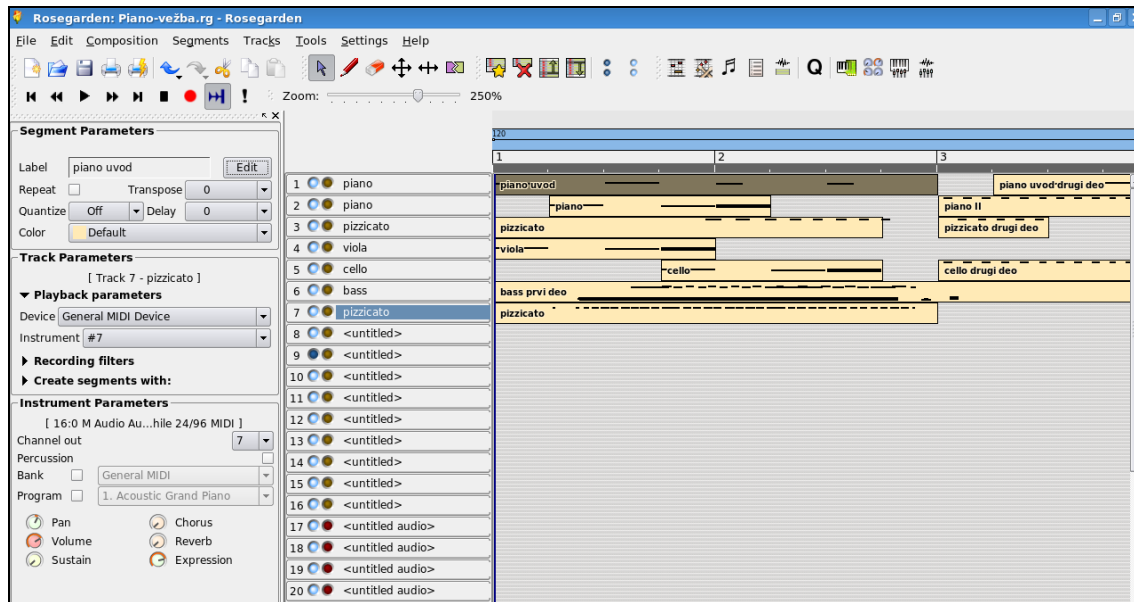
MIDI predstavljanje visine tona

S obzirom na 7-bitni karakter MIDI poruke MIDI može da definiše 128 visina tona. MIDI opseg visine tonova započinje u infrazvučnoj oktavi sa 8.17Hz. Koristeći *Global Tuning* (globalno štimanje) MIDI poruku moguće je vršiti transpoziciju i razne oblike štimanja digitalnog muzičkog instrumenta. Tako je moguće A5 štimati na 338 Hz ili na 442Hz umesto na 440Hz. Asocijacija proizvođača MIDI uređaja je 1992.g. donela MTS (MIDI Tuning Standard), koji omogućava da se putem System Exclusive poruka vrše štimanja po potrebi muzičara. Noviji MIDI uređaji omogućavaju vrlo finu transpoziciju kao i razne oblike štimanja. Tako je moguće štimati instrument da ima više od 12 tonova po jednoj oktavi i omogućiti mikrotonalne varijacije. Savremena muzikološka istraživanja pokazuju razne eksperimente savremenih kompozitora u specifičnim štimovima i istraživanjima u oblasti muzičkih lestvica i harmonija.

Kompjuterski program *Timidity* i *Rosegarden* u GNU/Linux operativnom sistemu omogućavaju praktikovanje raznih oblika korišćenja MIDI poruka. Program *Timidity* omogućava razne oblike štimanja pa samim tim može da se koristi u nastavi teorije muzike kao i informatike.

Rosegarden - razvijena MIDI i audio aplikacija

Rosegarden je MIDI i audio sekvencer, program za pisanje nota, odnosno mali muzički studio koji omogućava i vršenje kompleksnih muzičkih aktivnosti. Na desnoj strani grafičkog interfejsa se nalaze poredjane audio i MIDI trake koje kreiramo, a na levoj strani se nalaze delovi koji služe za određivanje tipa trake, naziva i podešavanja raznih MIDI parametara.

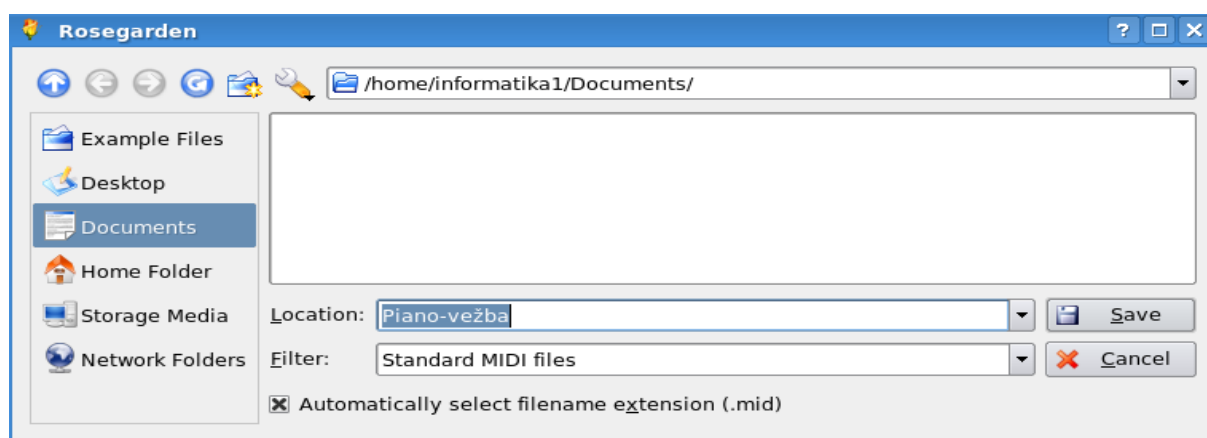


Rosegarden je zasnovan na virtualnim trakama na koje se snima ili upisuju note

Rosegarden je razvijena muzička aplikacija koja se i dalje razvija i usavršava. *Rosegarden* po svojim mogućnostima može da zadovolji komponovanje i skiciranje muzičkih dela. Pomoću *Rosegardena* možemo da upisujemo notne znakove, da primamo MIDI signal iz digitalnog klavira ili drugog kompjutera, da šaljemo MIDI signal u digitalni klavir ili drugi kompjuter. Filtri za izvoz datoteka nam omogućavaju

da datoteke kreirane u *Rosegardenu* možemo da izvezemo u *score* format za *Csound*, što može značajno pospešiti i osmisliti korišćenje programa *Csound* i omogućiti kvalitetnije i uspešnije učenje sinteze zvuka i teorije savremene muzike. Komandom *Export* u *File* meniju možemo izvesti kreiranu datoteku u *Lilypond* format. *Lilypond* format je u stvari tekstualni format koji rečima opisuje partituru. S obzirom da je *Lilypond* tekstualni fajl, on može da posluži i umetnicima koji ne vide ili su slabovidni. Važno je napomenuti da je *Lilypond* izuzetno kvalitetan program za pripremanje čak i veoma složenih partitura za štampu pa proučavanje *Lilyponda* može pomoći umetnicima u savladavanju veštine pripreme partiture za štampu.

Naravno, *Rosegarden* može da izveze datoteke i u MIDI format. Dovoljno je da se u meniju *File* odabere komanda *Export*, a odmah zatim se odabere *Export MIDI file* i upiše naziv MIDI datoteke, odredi njena buduća lokacija i sačuva na određenoj lokaciji.



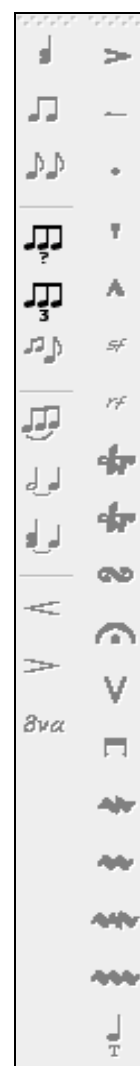
Rosegarden može da izveze svoje datoteke i u datoteke MIDI formata

Pošto će se *Rosegarden* najviše koristiti u umetničkom radu za pisanje nota i za MIDI komunikaciju i sinhronizaciju sa drugim uređajima važno je napomenuti da je sasvim jednostavno staviti da je pretpostavljena vrednost da se svaka traka automatski otvara u *notnom editoru*.

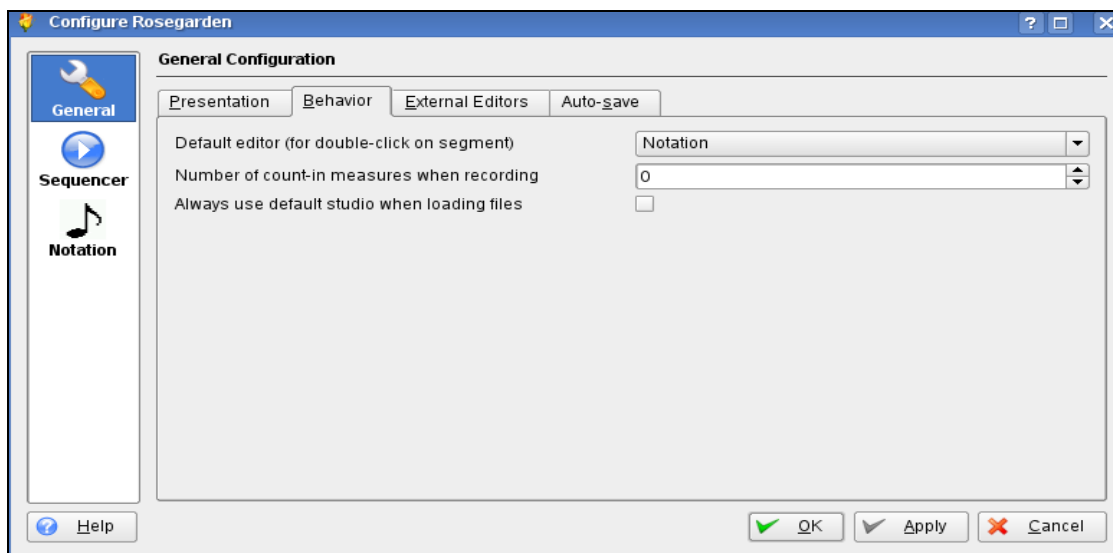
Notni editor ima s leve i desne strane kolekciju notnih znakova koji se odabiru jednostavnim pritiskom levog tastera miša kad se kursor položi preko odabranog znaka i ponovnim kliktanjem levog tastera miša na željenom mestu u taktu.



Bogata kolekcija notnih znakova u programu Rosegarden omogućava pisanje i složenijih partitura. Uz dodatno upoznavanje mogućnosti programa Rosegarden učenik može uspješno da uči kako pisati note koristeći personalni kompjuter i slobodan softver.

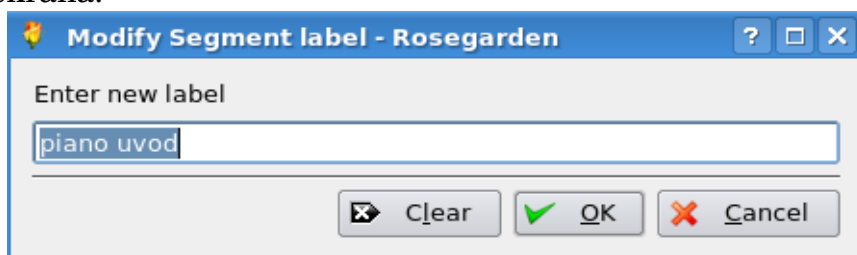


Ako u *Settings* meniju odaberemo *Configure Rosegarden* možemo da podesimo da nam se otvori *notni editor*, ako dva put kliknemo levim tasterom miša na traku koju smo napravili tako što smo postavili kursor miša na početak zone za trake i pritisnuli levi taster miša.



možemo lako definisati pretpostavljeni način editovanja traka

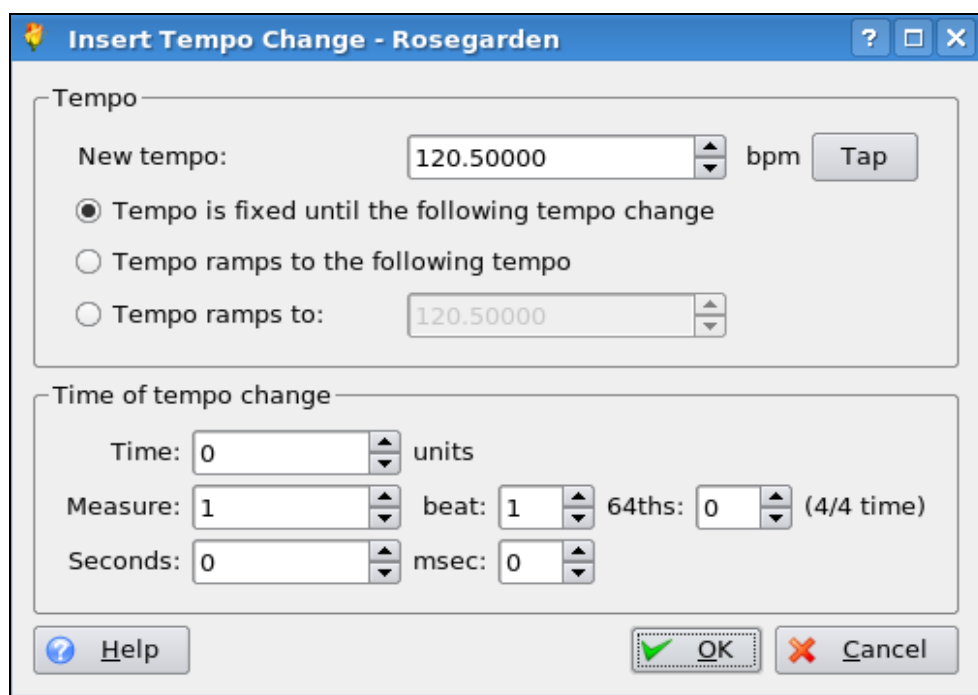
U ovom programu možemo da kombinujemo midi i audio trake, da koristimo LADSPA plug-inove za naše trake, koristimo razne sintetizator plug-inove, da ih sve kombinujemo u audio mikseti i MIDI mikseti. Ukoliko želimo da neku audio datoteku posebno editujemo možemo u programu *Rosegarden* definisati ime tog programa i on će se uvek automatski otvoriti ako nam zatreba dodatni rad na toj datoteci. Konceptualno je program podeljen na *trake* i *segmente*. Jedna traka može da ima više *segmentata*. Svakoj traci i svakom segmentu možemo po potrebi da menjamo nazive kako bismo imali jasniju sliku o muzičkim odnosima. Urednost i logičnost davanja naziva *segmentima* i *trakama* je važan deo organizacije rada u *Rosegardenu*. Naziv segmenta promenimo tako što u levom delu ekrana odaberemo deo koji se zove *Label* i onda *Edit*. U otvoreno polje edit upišemo naziv segmenta i on će se odmah videti u desnom delu ekrana.



označavanje segmenata po nazivu i boji može da poboljša preglednost muzičkog dela

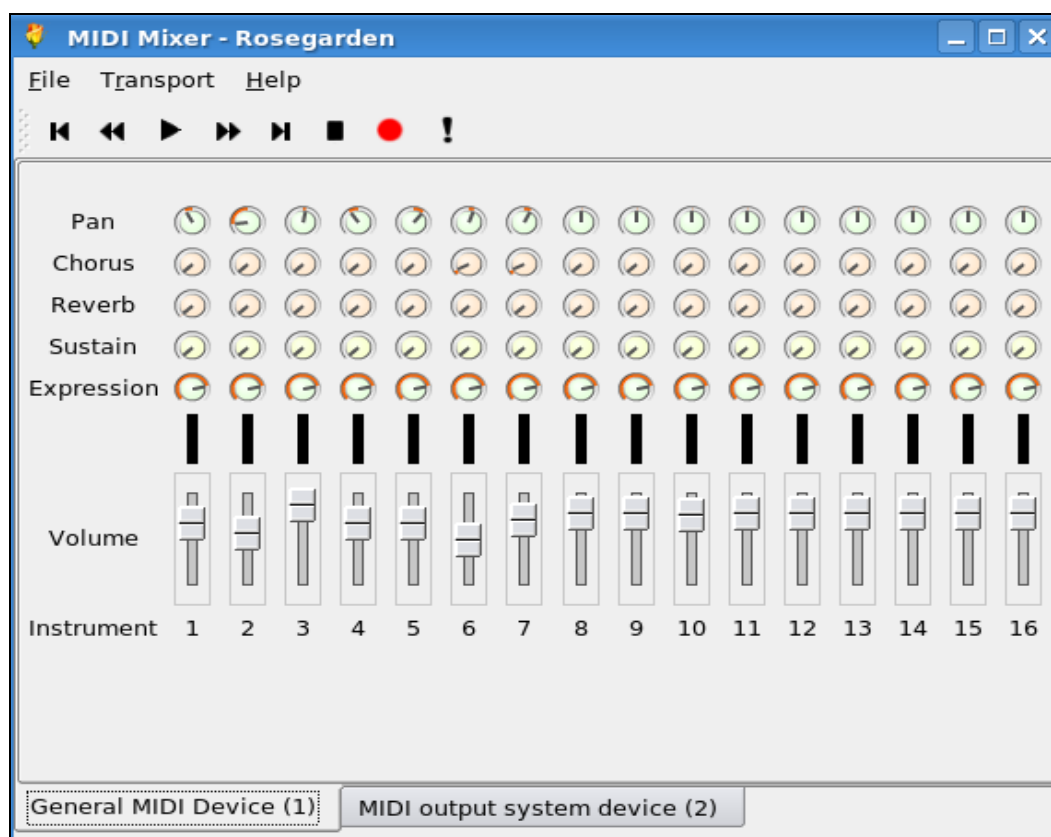
Pored raznih notnih znakova kao i oznaka za dinamiku *Rosegarden* može da menja i tempo po potrebi korisnika. Za tempo mogu da se upisuju fiksne vrednosti, ali isto tako može da se odredi za koje vreme će tempo da promeni svoju vrednost i na koju vrednost će da se podesi.

Ovakva vrsta dinamičnosti omogućava realizaciju kompleksnih muzičkih zahteva u promeni tempa.



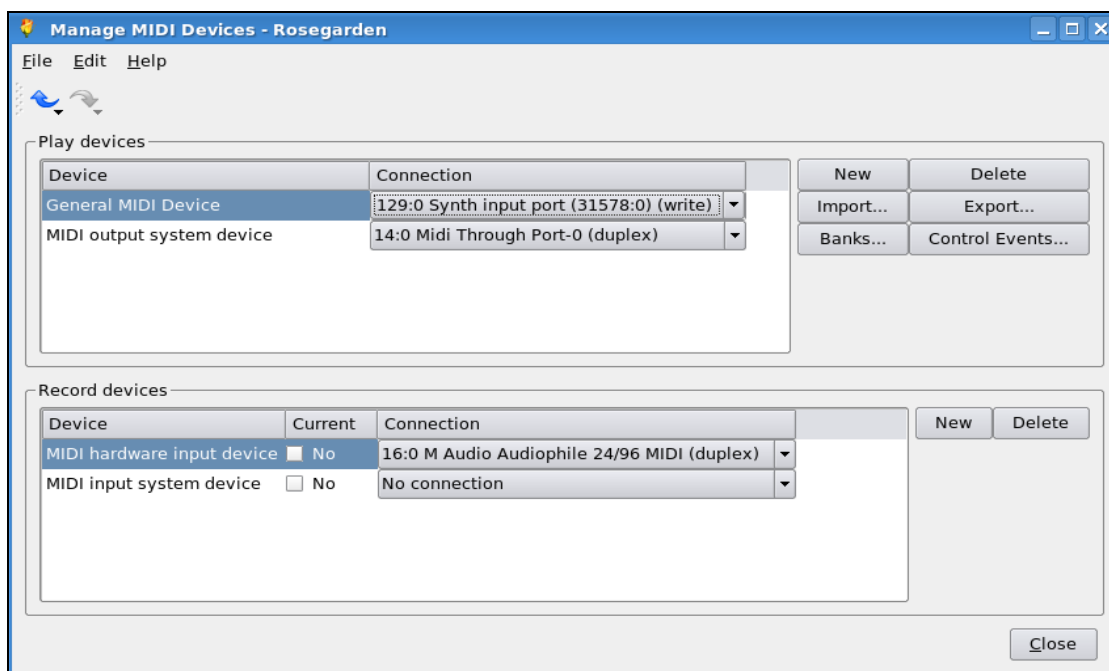
promena tempa u programu Rosegarden

U *Rosegardenu* postoji i *MIDI mikseta*, koja omogućava da se za svih 16 instrumenata obavlja kontrola sviranja. Posebno je važno napomenuti da ova mikseta može da funkcioniše za više MIDI uređaja odjednom tako da nam omogućava kontrolu velikog broja instrumenata.



MIDI mikseta u Rosegardenu omogućava kontrolu za više MIDI uređaja

Program *Rosegarden* je napravljen tako da veoma dobro komunicira sa drugim programima pa se tako izvor njegovih zvukova može odrediti tako da ih on uzima iz drugog sintetizatora. U primeru koji je pokazan na donjoj slici *Rosegarden* je podešen tako da može da snima MIDI informacije korišćenjem MIDI interfejsa ugrađene PCI zvučne karte, a sviranje zvukova obavlja putem sintetizatora od kojeg uzima zvukove. Ovakva fleksibilnost omogućava funkcionisanje u malom studiju, ali sa obavljanjem i složenijih zadataka, imajući u vidu da neki USB MIDI interfejsi mogu da imaju do 128 MIDI kanala.



razni načini izbora izvornog zvuka i MIDI signala daju veliku fleksibilnost u korišćenju Rosegardena

Napredna upotreba i razvoj MIDI standarda

MIDI se upotrebljava prevashodno u izvođenju i komponovanju muzike, ali je razvoj MIDI standarda doveo do mogućnosti da se putem MIDI poruka upravlja raznim studijskim uređajima, scenskom rasvetom, kompjuterskom animacijom, sinhronizacijom uređaja za snimanje zvuka i slično.

Razvoj MIDI standarda kao i njegova proširenja kao što je na primer XG kompanije Yamaha značajno proširuju muzičke mogućnosti upotrebe ovog protokola.

Noviji razvojni tokovi definišu *OSC (The Open Sound Control)*, koji je primenjen u kompjuterskim programima kao što je *Csound*, *Pure Data*. On omogućava razmenu poruka preko *Ethernet* konekcije.

SMPTE - sinhronizacija rada uređaja i audio-video signala

SMPTE je skraćenica od *Society of Motion Picture and Television Engineers*. Society of Motion Picture and Television Engineers je stručna organizacija koja se bavi postavljanjem standarda za audio, video, filmsku i TV produkciju. Kao što sam naziv nagoveštava *SMPTE* se koristi tamo gde postoji više uređaja koji moraju da sinhronizuju svoju komunikaciju u filmu, video produkciji, audio produkciji i raznim vrstama kombinacija ovih medija. *SMPTE* i MIDI se često koriste u te svrhe, ali je

važno napomenuti da je *SMPTE* jedinstven standard koji se koristi u sinhronizaciji uređaja. Zamislamo situaciju u kojoj imamo u jednom snimaču 8 kanala audio signala koji treba da se montira sa video snimkom performansa snimanog sa dve kamere. Video montaža takvog video snimka podrazumeva dva video uređaja sa posebnim monitorima kao i poseban digitalni snimač.

Da bi se precizno sinhronizovao rad sva tri uređaja i da bi se zvučni zapis uklopio u preciznost montiranog video snimka potrebno je da se ovi uređaji povežu i razmenjuju sinhronizacijski kod. Pre pojave *SMPTE* koda sinhronizacija se obavljala tako što su se npr. dva magnetofona povezala specijalnim kablom i uređajem, koji je iz samog napona koji napaja uređaje izvadio kontrolni zvuk frekvencije od 60Hz (u *SAD* frekvencija mrežnog napona iznosi 60Hz) i onda se on upisivao na poseban deo na traci i njegova sinusoida je služila za međusobnu sinhronizaciju. Takva sinhronizacija se zasnivala na kontroli rada motora koji su okretali kolutove sa trakama pa su takvi uređaji imali veoma precizno sinhronizovanu brzinu. Međutim, sinhronizacija brzine nije dovoljna. Potrebno je sinhronizovati i tačne pozicije u uređajima. Na primer, pizzicato sviranje treba da ima veoma precizno sinhronizovan video i zvučni zapis jer se kod pizzicato sviranja svaki nedostatak takve sinhronizacije jasno uočava a takav snimak kvari umetnički doživljaj snimka.

SMPTE kod je dosta složen i on u sebi ima podatke o satu, minuti, sekundi i okviru same video slike te na taj način vrši i precizno pozicioniranje i sinhronizuje i prema poziciji. Da bi se *SMPTE* kod precizno upotrebio i da bi njegova funkcija bila efikasna on se zapisuje duž cele trake, te se taj zapis naziva i *LTC* (*Longitudinal Time Code*). Međutim, *LTC* se teže čita kod jako sporih brzina trake, nemože da se čita kad je traka zaustavljena. *LTC* kod se upituje na audio delu video zapisa i lako se prenosi kod snimanja sa jedne video trake na drugu.

Ovaj problem se rešava tako što se upisuje i *VITC* (*Vertical Interval Time Code*), koji može uspešno da se čita i kad je traka potpuno zaustavljena. Pomoću ova dva koda moguće je vrlo precizno sinhronizovati brzinu, ali i poziciju. Ako u video montaži performansa zvuk činele treba da postavimo na pravo mesto, onda ćemo preciznim definisanjem pozicije i *VITC* lako pronaći to mesto i precizno pozicionirati taj zvuk prema snimku.

Razvoj video industrije i postojanje različitih standarda za video zapis koji definišu broj okvira slike u sekundi je naveo inženjere koji su definisali *SMPTE* da omoguće prilagođavanje bilo kojem prihvaćenom video standardu.

U sledećoj tabeli sistematično prikazujemo razne standarde sa brojem okvira u sekundi, primeni i tačnosti prikaza vremena.

Brojanje u Hz	Broj okvira u sekundi	Tačnost prikaza vremena	Primena
24	24 okvira	realno vreme	Film
25	25 okvira	realno vreme	Standard za evropsku TV
29.97	30 ispušteni okvir *	realno vreme	NTSC standard za SAD i Japan
29.97	30 neispušteni okvir	0.1% spor	SAD i Japan
30	30 ispušteni okvir	0.1% brz	nije standard
30	30 neispušteni okvir	realno vreme	SAD i Japan

Da bi se ova tabela potpunije razumela ovde dajemo nekoliko objašnjenja. *NTSC (National Television Standards Committee)* je utvrdio za crno-belu TV u SAD standard od 30 okvira u sekundi imajući u vidu da je frekvencija napona u mreži 60Hz. Budući da je u Evropi frekvencija mrežnog napona 50 Hz u Evropi je definisan standard *PAL (Phase Alternate Line)* pa je u Evropi za kolor TV uzeto da takav video zapis ima 25 okvira u sekundi. U kolor TV u SAD je uzeto da ima 29.97 okvira u sekundi da bi se obezbedila kompatibilnost kodiranja sa kolor i crno-belim TV uređajima.

Ako uzmemo u obzir računanje broja okvira u jednom satu za standard od 30 okvira po minutu videt ćemo da u jednom satu imamo 108 000 okvira. Ako isto proračunamo sa opcijom od 29.97 okvira po sekundi videt ćemo da svakih sat vremena postaje očigledna razlika od 108 okvira što je u svakom slučaju primetna razlika, koja može značajno poremetiti umetnički dojam emitovanja nekog koncerta, pozorišne predstave, filma, savremenog umetničkog dela ili neke druge emisije.

30 okvira x 60 sekundi x 60 minuta - >	108 000 okvira
29.97 okvira x 60 sekundi x 60 minuta ->	<u>107 892 okvira</u>
razlika ->	108 okvira

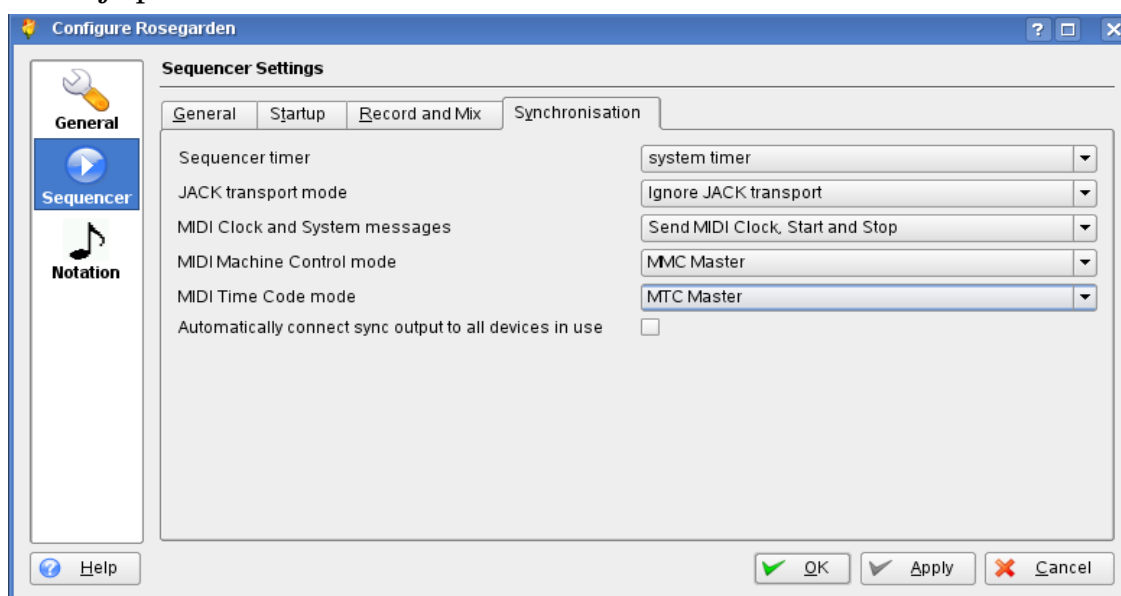
Da bi se izbegli negativni efekti ove razlike u broju okvira uveden je sistem *ispuštanja okvira (drop frame)* pa se u svakoj minuti preskoče prva dva okvira sa izuzecima na 00, 10, 20, 30, 40 i 50 minuta. Na taj način 54 puta se izostave po 2 okvira i onda se tačno poklope sinhronizacije koda vremena. Filmska industrija redovno koristi 24 okvira po sekundi kao svoj standard. Razvojem savremenih digitalnih uređaja pojednostavljuje se pitanje sinhronizacije mada će TV, filmska, video i druga savremena umetnička produkcija još uvek zahtevati primenu SMPTE sinhronizacije.

Da bi se vršila sinhronizacija sa digitalnim snimačima ponekada se koristi i tzv. *Word Clock*. *Word Clock* je veoma jak sinhronizacijski signal pošto digitalni snimač mora da funkcioniše na brzini učestalosti odabiranja. Dakle, ako se vrši snimanje ili

sviranje na učestalosti odabiranja (sampling rate) 96000 Hz onda je potrebno da oba uređaja rade na toj frekvenciji. U svim oblicima sinhronizacije je potrebno da se odredi koji uređaj je glavni prema kojem se drugi uređaji moraju sinhronizovati. Taj uređaj je *Master*, a drugi uređaji su *Slave*. Eksperimentisanjem u raznim mogućim scenarijima se može steći veoma važna praksa u radu sa ovim uređajima.

MIDI Time Code i SMPTE

MIDI Time Code je tehnološko rešenje za prilagođavanje komunikacije između SMPTE koda kojie se sastoji od 80-bitnih reči i MIDI signala koji se sastoji od 8-bitnih reči. U video produkciji svakih $\frac{1}{4}$ okvira MIDI šalje dva bajta informacija o poziciji u okvirima, pa onda u sekundama, minutama i satima. Takav proces se završi tačno u toku trajanja dva okvira, a onda opet kreće ispočetka. Na taj način se vrši tačna sinhronizacija. Program Rosegarden u svom *Settings* delu ima mogućnost biranja sinhronizacije putem *Midi Time Code*:



ekran koji pokazuje podešavanje MIDI Time Code konfiguracije u Rosegardenu

Sinteza zvuka

Sinteza zvuka je tehnološki kompleksna disciplina u digitalnom audio domenu. Zahvaljujući razvoju tehnologije, značajnom povećanju procesorske brzine kao i unapređenje softvera, sinteza zvuka više nije nedostupna svakom korisniku personalnih kompjutera. Razvojni put tehnologije i algoritama za sintezu zvuka je bio težak i spor.

Prvi eksperimenti sinteze zvuka pomoću kompjutera počinju 1957.g. g. u *Belovim Laboratorijama* (*Bell Laboratories*), SAD. *Maks Metjuz* (*Max V. Mathews*) je sa svojim kolegama dokazao da je moguća sinteza zvuka korišćenjem kompjutera i to uz promene frekvencije i amplitude u vremenu. Prvi program za kompjutersku sintezu zvuka je napisan za IBM 704 kompjuter, koji je zauzimao ogroman prostor i bio konstruisan na osnovu tehnologije vakuum cevi, koja je bila raširena u to vreme. Današnji kompjuteri su neuporedivo jači od tadašnjeg IBM 704, a slobodni programi za sintezu zvuka su dostupni svima. U to vreme je čak i IBM 704 bio nedostižan za

Bell Laboratories pa su se prve kompjuterske kalkulacije objavljale u sedištu IBMa u gradu *Nju Jorku* (*New York City*). Oni su često odlazili u sedišta IBMa da bi radili na sintezi zvuka, a zatim se vraćali u Bel Laboratorije da bi čuli rezultate svog rada.

Za tu svrhu je posebno konstruisana vakuumska cev koja je vršila konverziju digitalnog signala u zvuk. Ta vakuumska cev je bila jedinstvena u svetu, a *Bernard Gordon* je konstruisao specijalno za taj eksperiment. *Music I* program koji je generisao jedan trouglasti signal, jednakostranični trougao, a korisnik je mogao da definiše visinu tona, talasni oblik i trajanje. Psiholog *Njuman Guttman* (*Newman Guttman*) je komponovao jednu kompoziciju koristeći program Music I. To je bila monofona etida, koju je on nazvao *In a Silver Scale*, koju je napisao 17. maja 1957.g. Već ta kompozicija pokazuje mogućnosti kompjutera u sintezi zvuka. *Guttman* je bio zainteresovan za psihoakustiku i koristio je taj komad kao test kontrasta između hromatske skale jednakog takta i prave intonacije. *Max Mathews* 1958.g. završava Music II i već tada je bilo moguće izabrati neki od 16 talasnih oblika smeštenih u memoriji. Prvi koncert takve muzike je bio održan 1958.g. u Nju Jorku. Panel diskusijom je nakon koncerta moderirao *Džon Kejdž* (*John Cage*), a odmah nakon toga je *Guttman* izveo svoju novu kompoziciju *Pitch Variations* u vili poznatog dirigenta *Hermana Šerhena* (*Hermann Scherchen*). *Herman Šerhen* je u to vreme bio poznat kao dirigent kompozicija *Gustava Malera*, a njegova vila kao sastajalište eksperimentatora i konstruktora posvećenih upotrebi tehnologije u muzici.

Tehnološka istraživanja i napredak u programiranju su doveli do formiranja koncepta koji se tada nazivao *jedinični generatori* (*Unit Generators*) ili skraćeno *UG*. *UG* su u stvari jedinice (filtar, pojačalo, oscilator) koje su mogle biti povezivane kako bi se njihovom kombinacijom i kreiranjem složenijih sistema mogao dobiti kompleksan zvuk. Prvi programski jezik u kojem je upotrebljen taj koncept je Music III 1960.g. *Max Mathews* i *Džoan Miler* (*Joan Miller*) su kao autori Music III omogućili da korisnici kreiraju svoje mreže jediničnih generatora i da relativno lako primene algoritme sinteze zvuka. Razvojem tehnika programiranja dolazi do razvoja Music IV i Music V, a nakon njih do niza programa koji služe za sintezu zvuka.

Kompjuterski programi za sintezu zvuka mogu se podeliti u tri grupe:

programi za sintezu zvuka sa grafičkim interfejsom

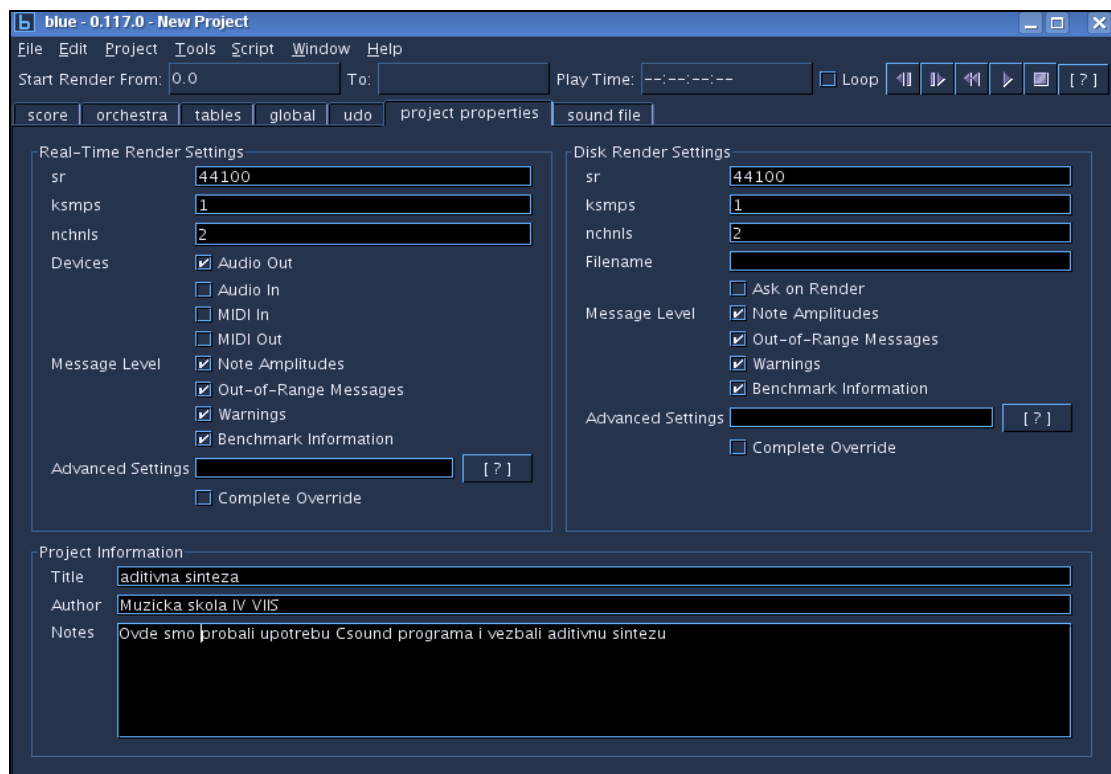
programski jezici za sintezu

grafički interfejsi za jezike za sintezu

Csound je slobodan softver i u svetu je poznat kao jedan od najsavremenijih programa za sintezu zvuka. *Csound* je u stvari programski jezik za sintezu zvuka koji sintetizuje zvuk tako što ga generiše iz dve tekstualne datoteke. Kao u svakom muzičkom delu mora da postoji instrument i partitura. *Csound* sintetizuje zvuk iz jedne datoteke koja ima ekstenziju *.orc* odnosno *orchestra* (*orkestar*) i druge koja ima ekstenziju *.sco* odnosno *score* (*note, partitura*). *Csound* nema sam po sebi grafički interfejs, ali zato postoje programi *Cecilia* i *Blue* koji su grafički interfejsi za korišćenje *Csouda*. Njihov grafički interfejs vrši grafičko predstavljanje operacija i organizacije procedura i komandi odnosno konfigurisanja parametara za *Csound*. *Csound* se može koristiti i pomoću komandne linije i pokretanjem komande obaviti

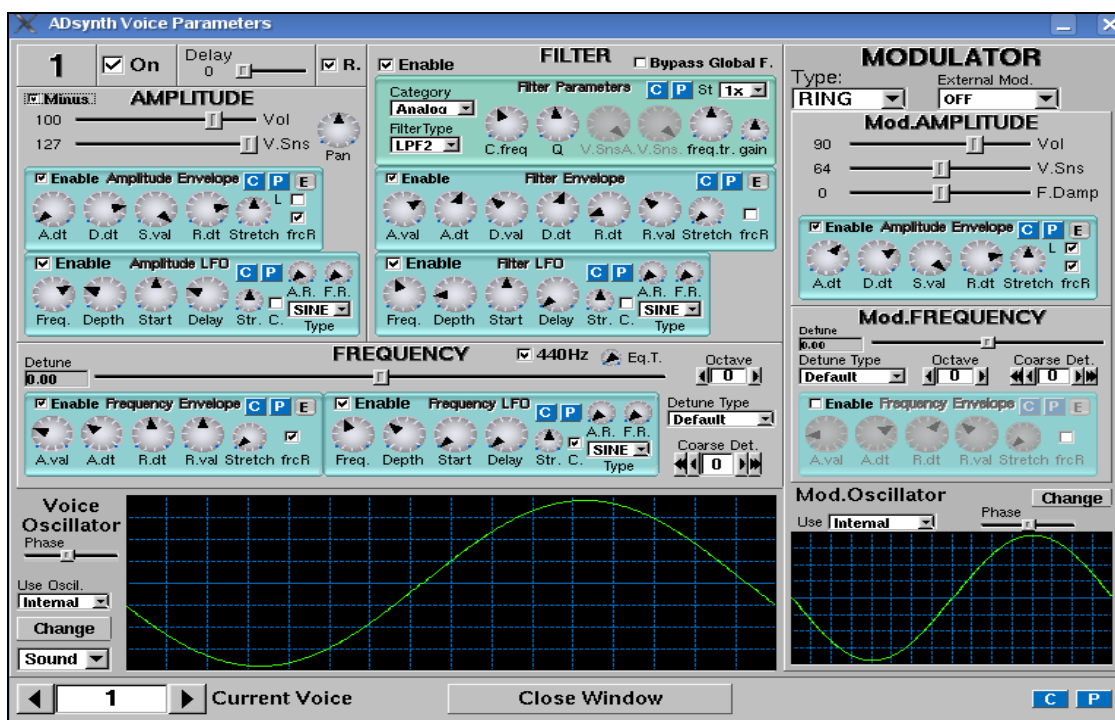
sintetizovanje zvuka. Algoritmi svih poznatih sinteza zvuka se nalaze u samom *Csound* programu, a pomoću njega je moguće praviti višekanalne zvukove kao i omogućiti punu interakciju sa MIDI uređajima.

Kao što samo ime kaže program *Csound* je zasnovan na C programskom jeziku, a isto tako postoje slobodni softveri za sintezu zvuka koji su zasnovani na *Common Lisp* jeziku i služe za sintezu zvuka. S obzirom da je program *Csound* jedna vrsta programskog jezika može poslužiti kod programiranja složenih umetničkih dela.



Program Blue svojim grafičkim interfejsom olakšava korišćenje programa Csound.

Program *ZynAddSubFx* je primer programa koji ima grafički interfejs. Ovaj program je veoma raširen u upotrebi u okruženjima gde se koristi slobodan softver. Pomoću programa *ZynAddSubFx* mogu da se veoma opsežno prikažu načini aditivne i subtraktivne sinteze zvuka. Upoznavanjem ovih sinteza zvuka umetnici mogu da shvate nastajanje zvuka orgulja i sličnih instrumenata te da na taj način obogate razumevanje tih instrumenata i da u svojim umetničkim delima koriste jedinstvene zvukove koje su oni sami kreirali.

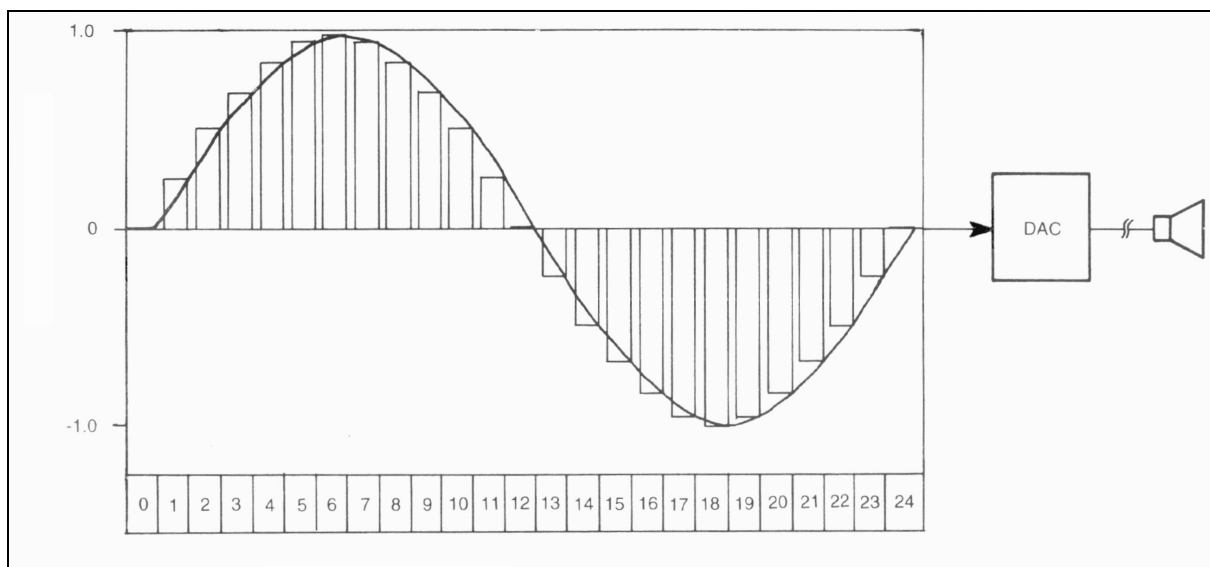


Deo programa ZynAddSubFX koji prikazuje aditivnu sintezu

U svim slučajevima, od samih početaka sinteze zvuka pa do danas, korisnik unosi parametre i kombinacije modula koji primenjuju različite načine sinteze, a kompjuter generiše niz digitalnih informacija koje se pretvaraju u zvuk tako što program generiše datoteku po izboru korisnika ili se preslušavanje rezultata sinteze obavlja direktno preko zvučne karte i njenog konvertera, digitalnog signala u analogni.

Wavetable sinteza

Zvučne karte su često imale u sebi ugrađene male procesore za obavljanje wavetable sinteze zvuka pa je tako wavetable sinteza bila jako popularna. *Wavetable sinteza* je još uvek prisutna u mnogim klavijaturama koje u svojoj memoriji imaju parametre za razne vrste instrumenata koji se generišu wavetable sintezom. Ako zamislimo mogućnost da kompjuter kalkuliše vrednosti odbiraka talasnog oblika i šalje ih prema konverteru iz digitalnog oblika u analogni onda možemo govoriti o sintezi zvuka i pretvaranju parametara prema matematičkom modelu u zvuk. Još efikasnija tehnika bi mogla da se zasniva na tome da kompjuter kalkuliše parametre za jednu periodu nekog zvuka i da te parametre umemoriše u tabelu koju nazivamo *wavetable*. Kod sinteze kompjuterski program kontinuirano pregledava tu tabelu i šalje ih prema zvučnoj karti koja takav digitalni signal pretvara u analogni signal koji možemo da čujemo preko pojačala i zvučnika.

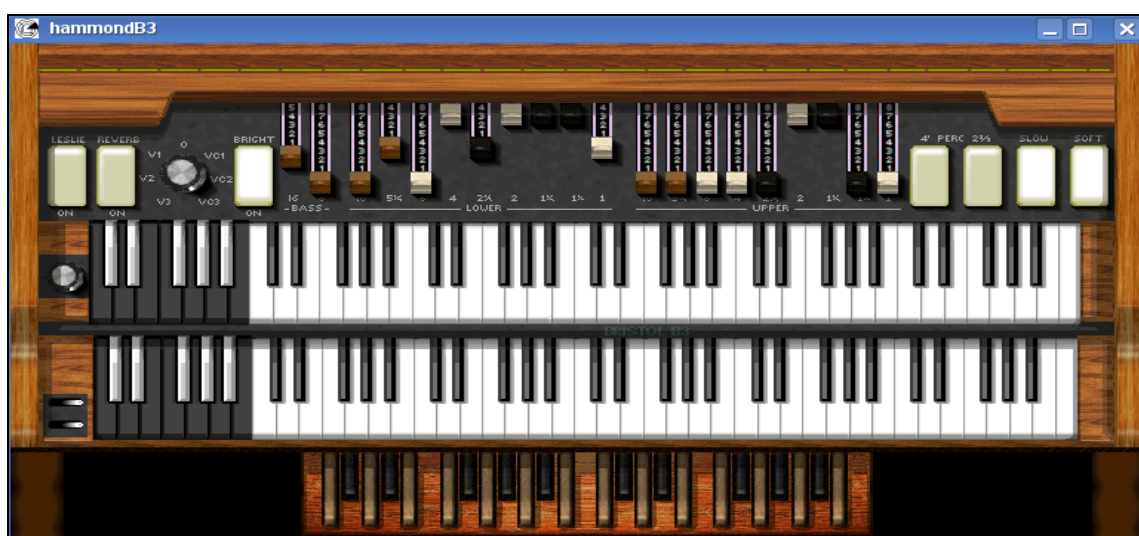


Slika prikazuje tabelu od 24 vrednosti gde polje 0 u tabeli ima vrednost 0, a polje 6 u tabeli ima vrednost 1. Položaj od 0 - 24 pokazuju lokacije vrednosti u tabeli talasnih rednosti.

Aditivna sinteza

Aditivna sinteza je klasa nekoliko tehnika sinteza zvuka koja je prisutna u raznim vrstama orgulja, a posebno je prisutna u veoma popularnim *Hammond orguljama*.

Osnova aditivne sinteze se zasniva na vrlo jednostavnom principu. Različite frekvencije se slažu jedna na drugu i tako se dobijaju višeslojni zvukovi koji se sastoje od više frekvencija. Kvalitet zvuka će se odrediti pažljivim izborom i eksperimentisanjem sa različitim tipovima frekvencija. Kroz eksperimentisanje u radu sa aditivnom sintezom lako će se uočiti razne psihoakustičke karakteristike pojedinih frekvencija i njihovih odnosa. Ako npr. definišemo trajanje frekvencije od 350Hz 20 sekundi i istovremeno stavimo frekvenciju od 358Hz uočiti ćemo pojavu oscilacija kao da je tremolo ili vibrato umesto dva kontinuirana zvuka. Tako ljudsko uho opaža istovremeno sviranje dva zvuka koji imaju veoma bliske frekvencije.

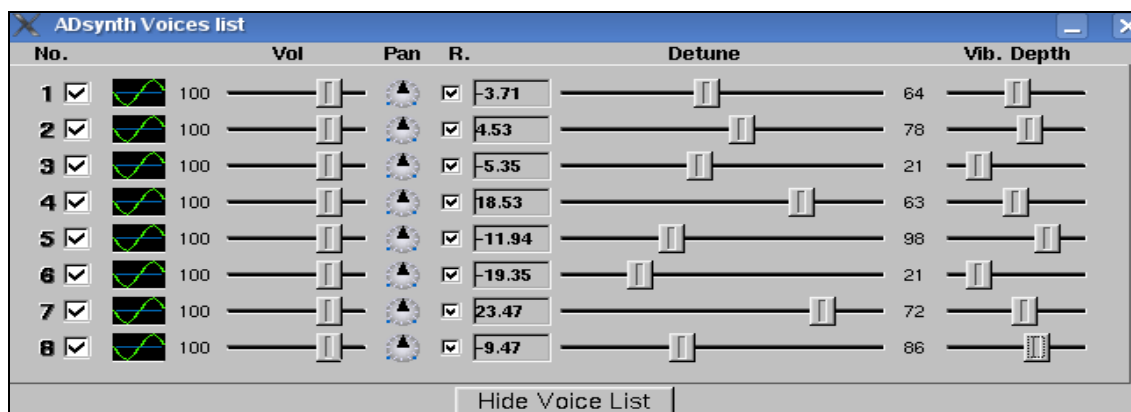


Prikaz Hamond orgulja. Sviraњem preko MIDI klavijature se ovim programom sintetizuje zvuk Hammond orgulja

Istorijski gledano, aditivna sinteza potiče još iz srednjeg veka. Registri u cevnim orguljama su imali funkciju preusmeravanja vazduha na skupine od nekoliko cevi različitog promera koje su istovremeno svirale. Na taj način su se kombinacije definisanih zvukova slagali jedan preko drugog i kreirali zvukove dodavanjem što je u osnovi koncepcije aditivne sinteze. Savremena upotreba aditivne sinteze se zasniva na Furijeovom teoremu koji tvrdi da se svaki složeni talasni oblik može opisati pomoću sume više jednostavnih talasnih oblika. Teoretski gledano analizom zvuka dolazimo do njegovih sastavnih komponenti, a aditivna sinteza bi idealno govoreći, trebalo da omogući rekonstituciju tog zvuka. To nije uvek lako, s obzirom da neki zvukovi imaju veoma specifične osobine koje nije lako analizirati pa ni rekonstituisati. U savremenoj muzici su aditivnu sintezu u nekoliko kompozicija koristili savremeni kompozitori kao što su *Cahill*, 1897., *Douglas* 1968. te *Stockhausen*.

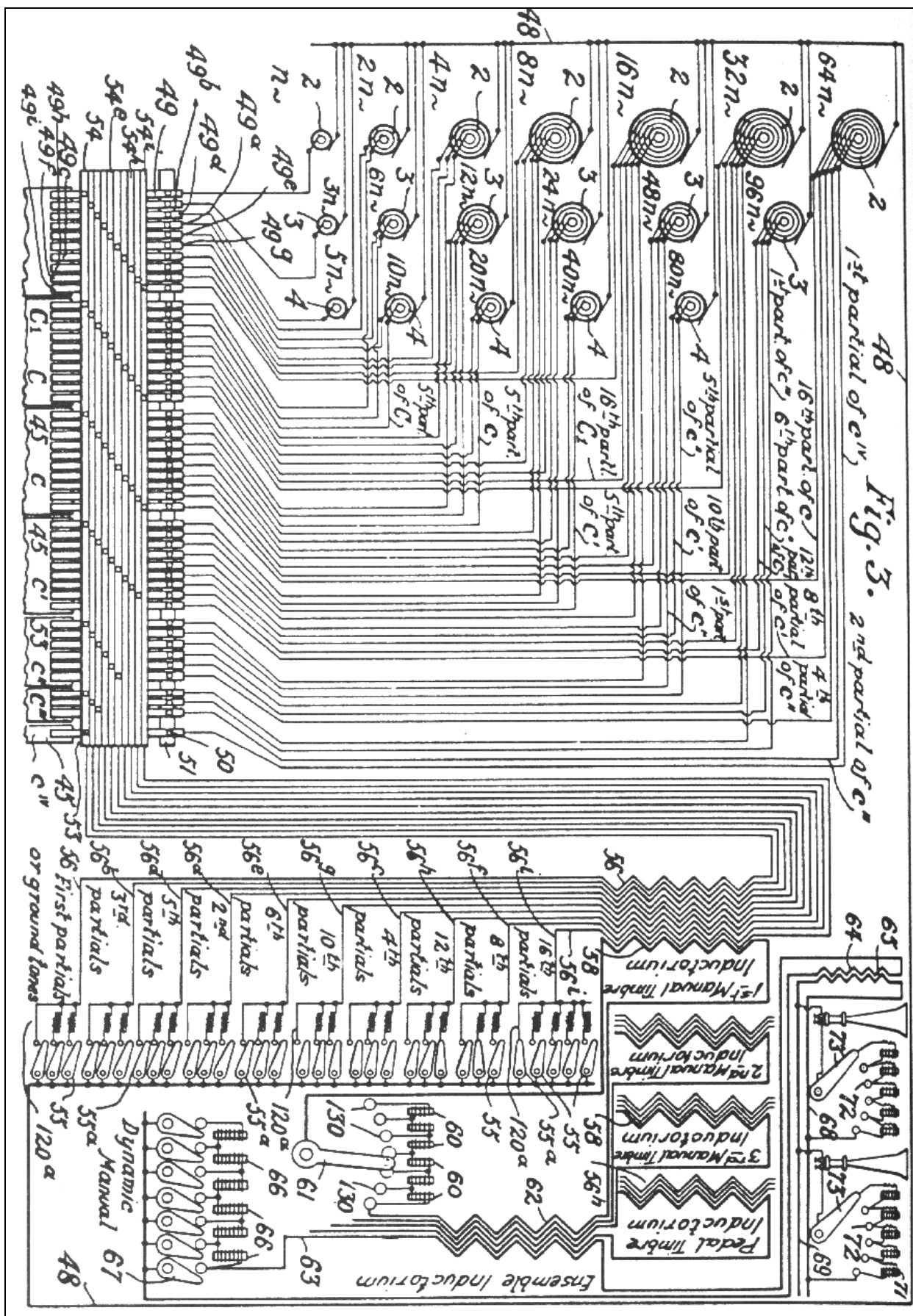
T. Cahill je svoj džinovski elektronski instrument kojeg je pravio krajem 19. veka i početkom 20. veka zasnovao na aditivnoj sintezi. Njegov instrument *Telharmonium* je bio težak nekoliko tona i mogao je da prenese zvuk telefonskim linijama u vrlo udaljena mesta, što je preteča današnjeg emitovanja muzike putem Interneta i drugih tipova kompjuterskih mreža (*streaming*).

Međutim, aditivna sinteza se ne iscrpljuje samo slaganjem nekoliko frekvencija nego se mogu slagati i *harmonici*. (Pojam *harmonik* kao celobrojni umnožak osnovne frekvencije je prvi put upotrebio Sauver 1701.g.) Na isti način kao što se aditivna sinteza može vršiti dodavanjem frekvencija, harmonika, može se vršiti i dodavanje faza ili drugih komponenti zvuka. Čak se neki oblici granularne sinteze mogu se nazvati aditivnom sintezom kada se granule zvuka slažu jedna na drugu.



u programu *ZynAddSubFX* se mogu definisati liste glasova i za svaki glas definisati parametri i tako vršiti aditivna sinteza

Uz vežbanje i eksperimentisanje sa programom *ZynAddSubFX* se može shvatiti princip rada aditivne sinteze i sintetizovati razni zvukovi. Da bi se uspešno upotrebila ova sinteza potrebno je steći iskustvo u eksperimentisanju te razviti analitičko slušanje zvuka. Ovaj aspekt je posebno naglašen kod aditivne sinteze, budući da je njena koncepcija zasnovana na sintezi komponenti zvuka, koje same za sebe ne moraju da imaju umetničku vrednost. Razvoj analitičkog slušanja može doprineti boljim opazajnim sposobnostima umetnika u procesu opažanja nijansi varijacija zvuka, što će im biti od velike pomoći u umetničkom izrazu i produkciji njihovih snimaka.



slika prikazuje deo elektronske šeme Telharmoniuma sa početka 20. veka. Obratite pažnju na funkcionalni opis komponenti za slaganje raznih frekvencija

Sinteza odbircima zvuka

Sinteza odbircima zvuka se zasniva na tehnikama stvaranja kompleksnijih zvukova kao i njihovih sviranja pomoću snimljenih odbiraka zvuka koji ne moraju biti zvukovi instrumenata niti zvukovi nastali kalkulacijom parametara zvuka (faza, amplituda, frekvencija i sl.) Važno je napomenuti da ovaj pojam odbirak ima drugo značenje od značenja kod konverzije analognog signala u digitalni i digitalnog signala u analogni. Kod ove vrste sinteze zvuka odbirak može biti snimljeni zvuk u trajanju od nekoliko sekundi ili čak mnogo duže. Dakle, za razliku od wavetable sinteze u ovoj sintezi se pretražuju mnogo veći delovi snimljenog zvuka. Ovaj način sinteze je prevashodno povezan u smislu svog nastanka, za kompozitore koji su koristili pronalazak magnetne trake za snimanje u svom umetničkom radu. *Pol Hindemith* (*Paul Hindemith*), *Darius Milhaud*, *Enst Toch* su eksperimentisali sa trakama različitih brzina i promenama zvuka koje su tim putem nastale. U to vreme *Pjer Šafer*



*pomoću dirke jedne oktave vrši se transpozicija snimljenog odbirka zvuka.
Pierre Schaeffer 1953.g.*

(*Pierre Schaeffer*) osniva studio za konkretnu muziku, te on i *Pjer Anri* (*Pierre Henry*) počinju da snimaju takozvanu *konkretnu muziku*. *Konkretna muzika* podrazumeva korišćenje zvukova koji su snimljeni mikrofonom. Slika levo prikazuje *Pierre Schaeffer-a* 1953.g. za uređajem koji je preteča današnjih semplera. Pritišćući dirke jedne oktave i varijabilnim motorima koji okreću traku na koju je snimljen zvuk na taj način sviraju zvuk koji je snimljen na magnetofonsku traku. Takva muzika podrazumeva direktnu intervenciju na zvučne objekte kako se tada nazivaju zvukovi, te notacija podrazumeva grafičko oblikovanje umesto klasične notacije. Ideja prisustva magnetofonske trake u

komponovanju i izvođenju muzičkog dela ostaje prisutna sve do sedamdesetih godina 20. veka kada je konstruisan instrument Mellotron, koji se svirao pomoću trake na kojoj je bio snimljen zvuk. U digitalnom domenu se radi o digitalno snimljenom zvuku koji se čuva u memoriji digitalnog instrumenta. Takav instrument se zove *sempler*. Savremeni personalni kompjuteri koriste programe koji se ponašaju kao sempleri. Međutim, pored estetičkih promena u poimanju muzike, tehnološki aspekti ovakvog sviranja su doneli značajne promene u proizvodnji instrumenata pa i studijske opreme, a posebno korišćenja zvukova snimljenih mikrofonom u filmu, TV, multimedijalnim umetničkim delima i sl.

Suština ove sinteze se sastoji u *kreiranju segmenta* zvuka koji će se koristiti kao instrument, *načinima transponovanja* tog zvuka te *upravljanje memorijom* samog uređaja koji vrši sviranje takvog zvuka.

Segment zvuka se svira tako što se on oblikuje na taj način da može duže da se svira, a da se ne čuje prekid u samom snimku. Da bi se postigao takav rezultat koristi se tehnika *looping* i to na dva načina. Prvi je način da se odabru delovi na početku i na kraju samog snimka, zatim se oni podese tako da se na kraju snimka kod dužeg pritiskanja dirke automatski pređe na početak istog snimka kao da se radi o istom

zvuku koji se duže čuje. Druga tehnika se zove *bidirectional looping* i ona podrazumeva da se na kraju sviranja segmenta zvuka taj isti segment svira unazad do početka.

Transpozicija snimljenih zvukova se vrši korišćenjem dve metode:

1.) *promenom učestalosti odabiranja* kod konverzije digitalnog signala u analogni u samom uređaju (sempleru). Spuštanje, odnosno podizanje menja visinu tona, ali i dužinu trajanja nekog zvuka.

2.) *promenom broja odbiraka* u samom uzorku zvuka.

Obe tehnike se zasnivaju na promenama vremena trajanja uzorka zvuka, ali one ne podrazumevaju promenu spektra zvuka. Ubrzavanje sviranja zvuka u drugoj metodi se realizuje tako što se npr. svaki drugi odbirak preskoči i pošto se zvuk brže odsvira on zvuči kao da je viši ton. U drugoj metodi učestalost odabiranja kod konverzije digitalnog signala u analogni je konstantna. Postupak preskakanja nekih odbiraka se zove *decimacija*. Ponekad se za isti postupak koristi termin *downsampling*. Obrnut postupak od *downsampling* je *upsampling*. Kod *upsampling* postupka se umeće određeni broj odbiraka između postojećih. Postupak umetanja novih odbiraka se zove *interpolacija*.

Metoda 1 i metoda 2 imaju različite postupke da bi postigle isti cilj. Kod prve metode se povećava učestalost odabiranja kod konverzije digitalnog signala u analogni da bi se dobio viši ton, dok se kod druge metode, *interpolacijom*, to jest povećavanjem broja odbiraka, snižava ton.

Za ovu vrstu rada su potrebne veoma precizne kalkulacije kao bi se dobio precizan rezultat.

Upravljanje memorijom u semplerima se obavlja tako da se najčešće radi *kompresija podataka* ili *redukcija podataka*. Obe tehnike kompresija i redukcija imaju čujna osiromašjenja samog zvuka. Savremeni razvoj informacionih tehnologija je doveo do značajno boljih i bržih memorijskih jedinica pa se ove tehnike sve manje koriste. Ipak, dužina i rezolucija mikrofonom snimljenog zvuka može značajno uticati na upravljanje memorijom pogotovo kod skromnih i ograničenih memorijskih resursa.

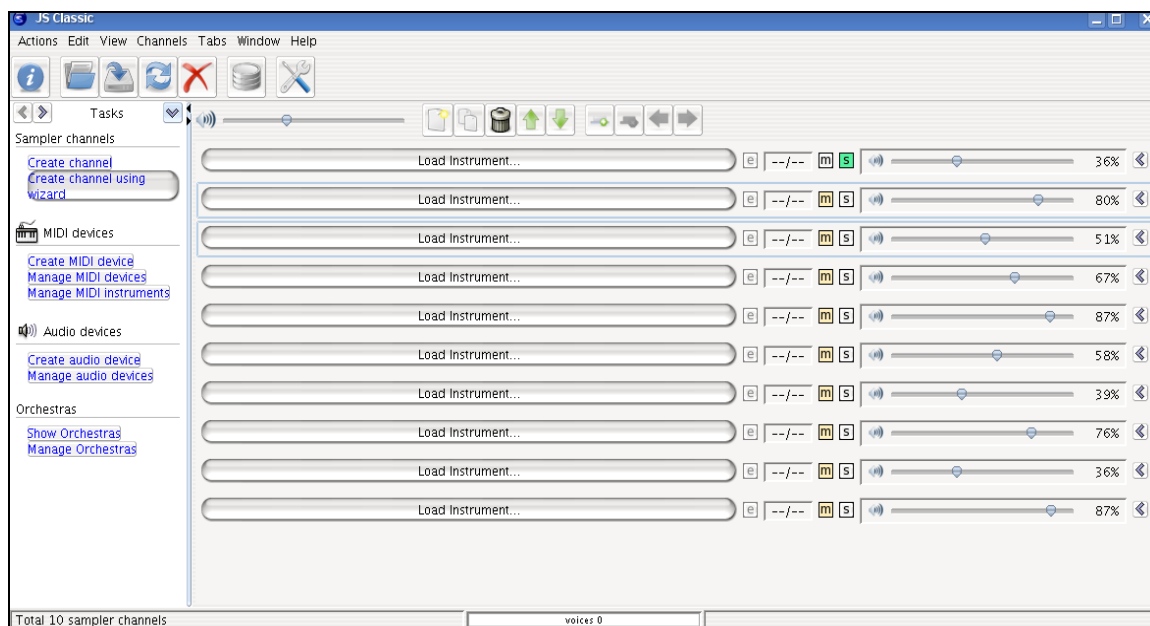
Sviranje korišćenjem ovakvih odbiraka zvuka se može vršiti na dva načina:

Višeslojno slaganje ovakvih odbiraka u kompozicije koje se sastoje od ovakvih odbiraka najčešće uz upotrebu raznih tehnika transformacije zvuka ili drugih oblika sinteze.

Sviranje putem MIDI klavijature tako što se odredi da cela klavijatura ili njeni delovi - zone upravljaju pojedinim odbircima zvuka. Na taj način se sviranjem klavijature vrši transpozicija odbiraka prema gore opisanim metodama.

U GNU/Linux operativnom sistemu postoji nekoliko softverskih paketa koji omogućavaju primenu ovog tipa sinteze zvuka. Oni se zasnivaju na tome da se neki odbirak zvuka edituje i sačuva u formatu povoljnom za upotrebu. Način korišćenja je moguć uz upotrebu programa kako što je *Audacity* u kojem se odbirci mogu višeslojno slagati po želji kompozitora ili se ovakvi zvukovi mogu svirati putem MIDI klavijature. Ukoliko nije pri ruci MIDI klavijatura može se koristiti virtualna MIDI klavijatura ili se može napisati partitura u programu kao što je *Rosegarden* i podesiti da on te note dodeljuje odbircima zvukova koje smo odabrali.

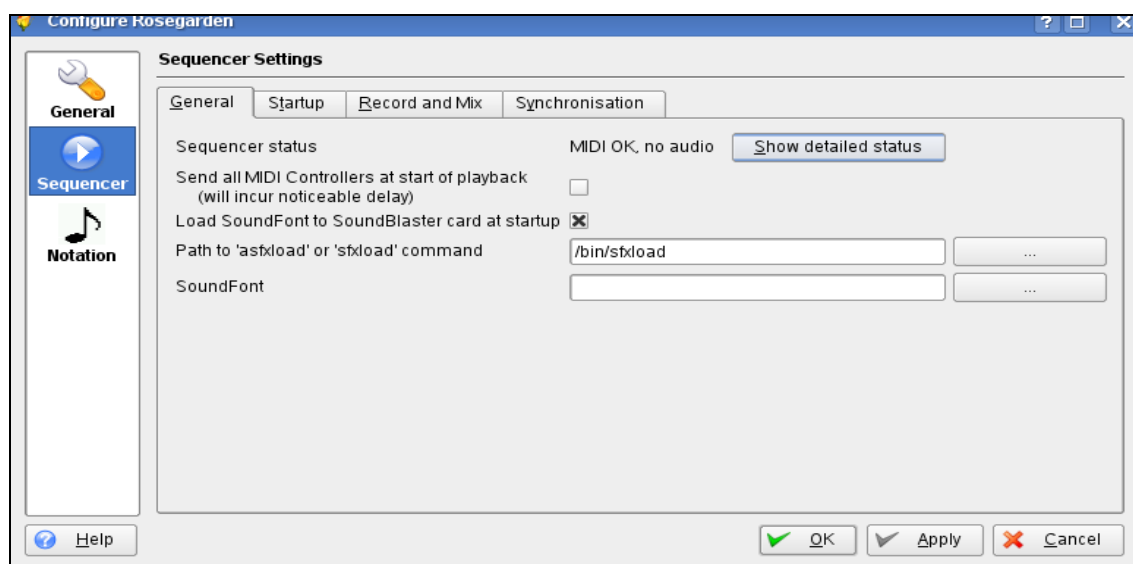
Neki od tih programa oponašaju poznati vlasnički program *Gigasampler*. Npr. program *Gigedit* omogućava modifikovanje datoteka napravljenih u programu *Gigasampler* ili napravljenih za program *Gigasampler*. Veoma pogodan za rad je *Java Classic* grafički interfejs za *Linux Sampler*, koji daje dovoljno osobina da se zameni upotreba *Gigasamplera* slobodnim softverom.



Deo grafičkog interfejsa JS Classic za Linux Sampler

Nekada su odbirci zvukova definisani kao tzv. *soundfontovi*. *Soundfontovi* su digitalni snimci raznih zvukova ili muzičkih instrumenata definisanih tako da se mogu koristiti kao MIDI banka instrumenata po MIDI specifikaciji što omogućava korišćenje u programima kao što je *Rosegarden*.

Neke zvučne karte imaju u svojoj memoriji soundfontove ili imaju obezbeđen prazan memorijski prostor za dodatne soundfontove. *Rosegarden* ima mogućnost da postojeće soundfontove ubaci u taj slobodan memorijski prostor i da se soundfontovi koriste kao instrumenti i zvukovi po MIDI specifikaciji. U konfiguraciji *Rosegardena* se može podesiti da se prilikom pokretanja *Rosegardena* izvrši i taj postupak. Uspešnost ovog postupka ovisi o tehničkim specifikacijama kartice i njenim raspoloživim memorijskim resursima.

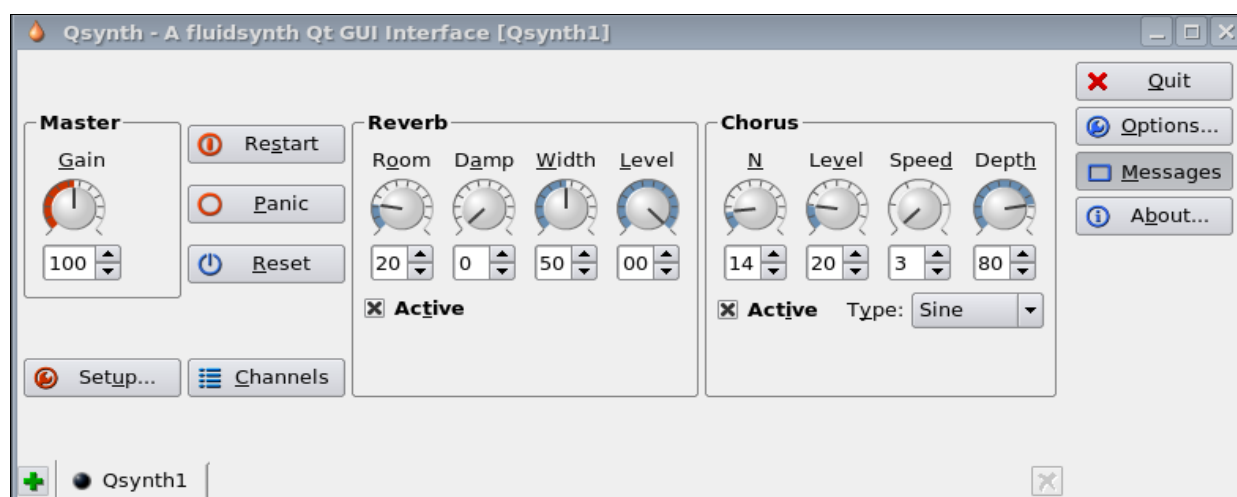


Rosegarden ima mogućnost ubacivanja soundfontova u zvučnu kartu prilikom pokretanja programa

Upotreba soundfontova u programu Rosegarden

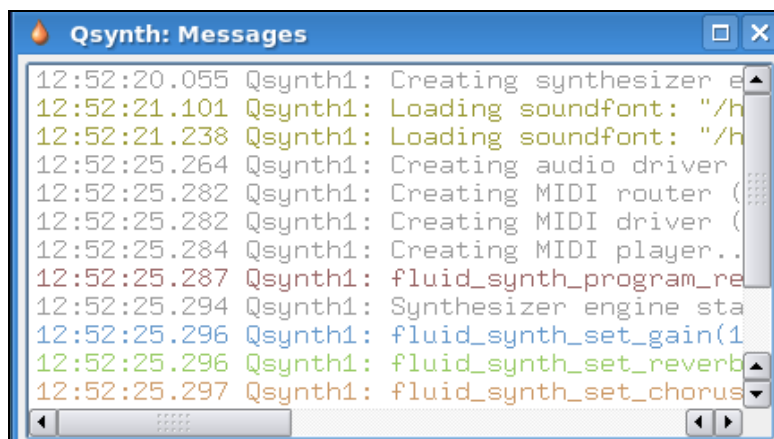
Ako u našem kompjuteru imamo zvučnu kartu koja u sebi nema umemorisane zvukove po MIDI specifikaciji onda je potrebno da omogućimo da program u kojem želimo da komponujemo našu kompoziciju ima pristup zvukovima po MIDI specifikaciji kako bi se te note mogle čuti. To možemo da uradimo tako što ćemo omogućiti programu *Rosegarden* da pristupi tim zvukovima koji će prethodno biti u sintetizatoru *Qsynth*. Dakle, *Qsynth* je aplikacija koja nam omogućava da otvori neki soundfont i da iz njega sintetiše zvuk, a *Jack* da nam omogući da se taj zvuk može čuti pomoću njemu dodeljenih nota iz programa *Rosegarden*.

Potrebno je da najpre pokrenemo program *Qsynth*, koji je u stvari grafički interfejs za program *Fluidsynth* koji obavlja funkcije sinteze zvuka.



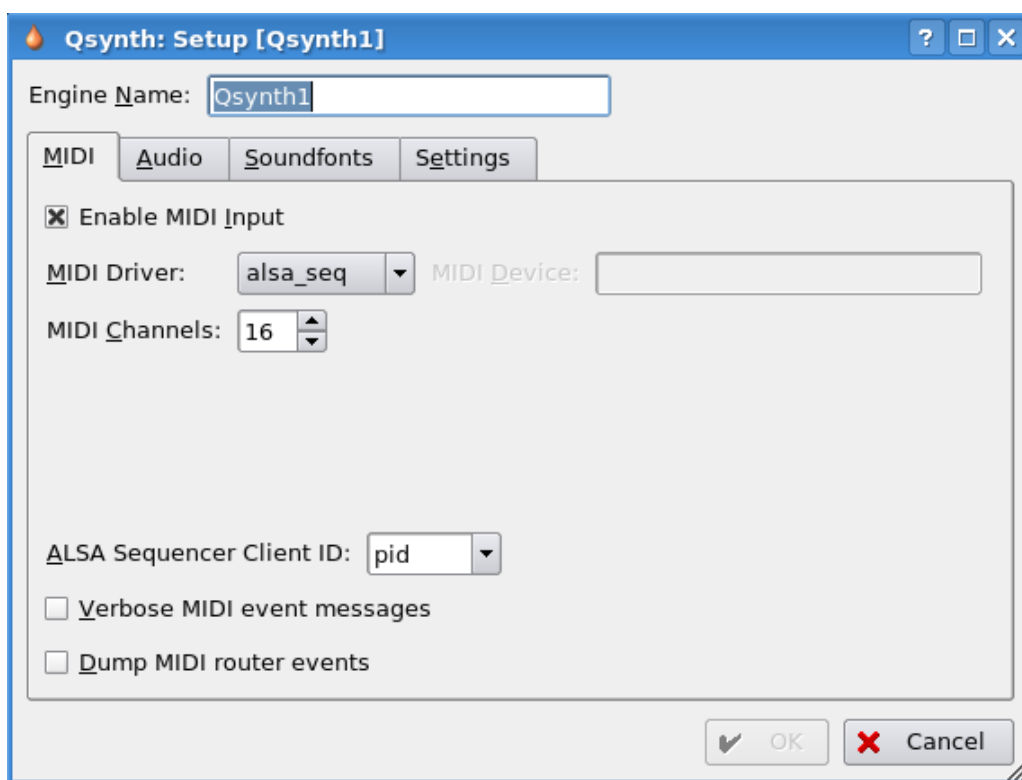
Qsynth je grafički interfejs za FluidSynth sintetizator

Pokretanjem programa *Qsynth* otvaraju se dva prozora. Jedan prikazuje grafički interfejs za *Qsynth*, a drugi prikazuje *Qsynth* terminal u kojem nas informiše o svojim aktivnostima. Upoznavanje poruka može poboljšati spoznaju o funkcionisanju ovog sistema.

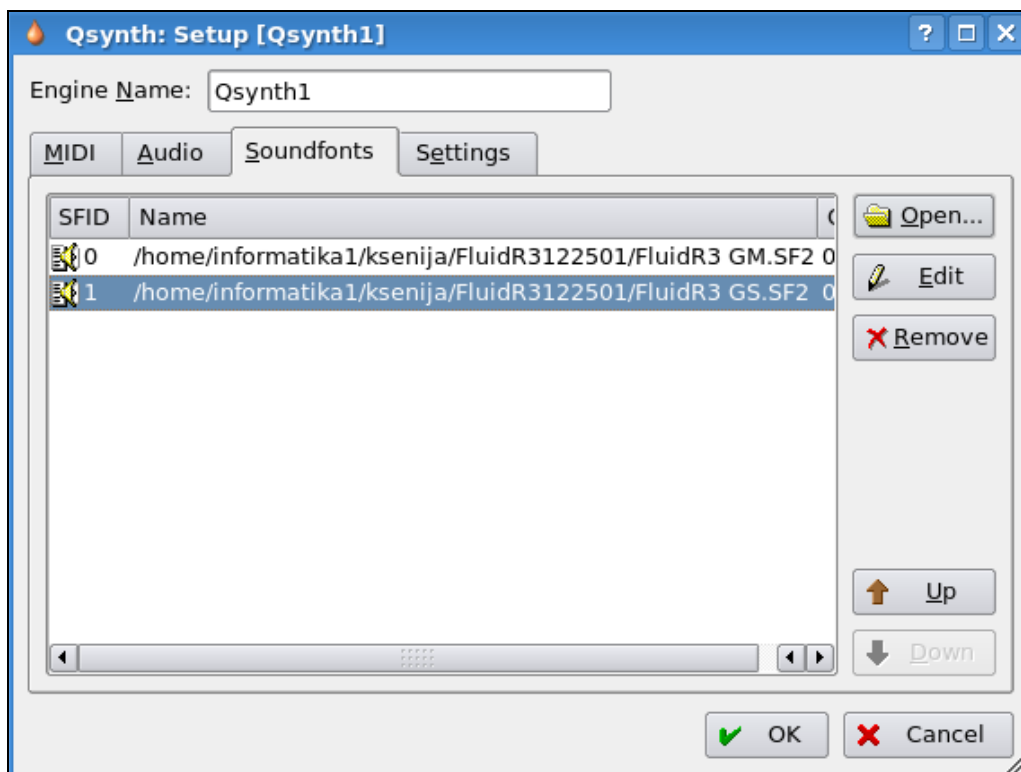


prikaz ekrana koji nas informiše o radu sistema

Po pokretanju programa *Qsynth* potrebno je pritisnuti dugme *Setup* kako bi odabrali soundfont koji *Qsynth* treba da učit. Pritiskom na dugme *Setup* otvara se deo programa koji služi za fino podešavanje funkcija programa. Pošto planiramo da *Qsynth* dobije signal tj. note iz *Rosegardena* kao MIDI signal potrebno je da kao na donjoj slici omogućimo prijem MIDI signala iz *Rosegardena*.



definisanje MIDI konekcije



odabir soundfontova u programu Qsynth

Nakon toga je potrebno da odaberemo *soundfont* koji želimo da se učita u *Qsynth*. To možemo da učinimo tako što odaberemo stranu *Soundfont* unutar *Setup* dela i pritiskom na dugme *Open* odaberemo *soundfont* u direktorijumu gde se taj *soundfont* nalazi kako bi *Qsynth* mogao da ga učita. Soundfontovi najčešće imaju nastavak *.SF2* u nazivu datoteke.

Pošto su soundfontovi ponekad komprimovani u archive sa nastavkom *sfark* u nazivu datoteke, potrebno je da imamo program *sfarkxrc*, koji nam omogućava da se ta arhiva dekomprimuje i da iz nje možemo u *Qsynth* da učitamo datoteke sa nastavkom *.SF2* u nastavku imena datoteke. Dekomprimovanje iz *sfark* arhive se vrši tako što se pokrene terminal aplikacija i komandom *cd* dođemo u direktorijum gde se nalaze *.sfark* arhiva. Nakon toga upišemo komandu:

sfarkxrc nazivnaše-sfark-arhive.sfark

i pritisnemo taster *Enter*. Nakon toga će se u terminalu pokrenuti izvršavanje programa *sfarkxrc* i arhiva će biti raspakovana, a soundfontovi spremni za upotrebu. Nakon učitavanja soundfontova pritiskom na dugme *OK*, *Qsynth* će nam predložiti da restartujemo njegov pokretački deo što treba da prihvatimo kako bi se učitani soundfontovi aktivirali i *Qsynth* postao spreman za upotrebu. Kao što vidimo pokretački deo pripada programu *Fluidsynth* dok je *Qsynth* grafički interfejs za *Fluidsynth*. Važno je imati na umu da je moguće da dođe do malih prekida u trenutnom audio i MIDI signalu za vreme ponovnog pokretanja *Fluidsynth* programa. Trajanje ponovnog pokretanja zavisi od snage vašeg kompjutera, ali uvek traje kratko.

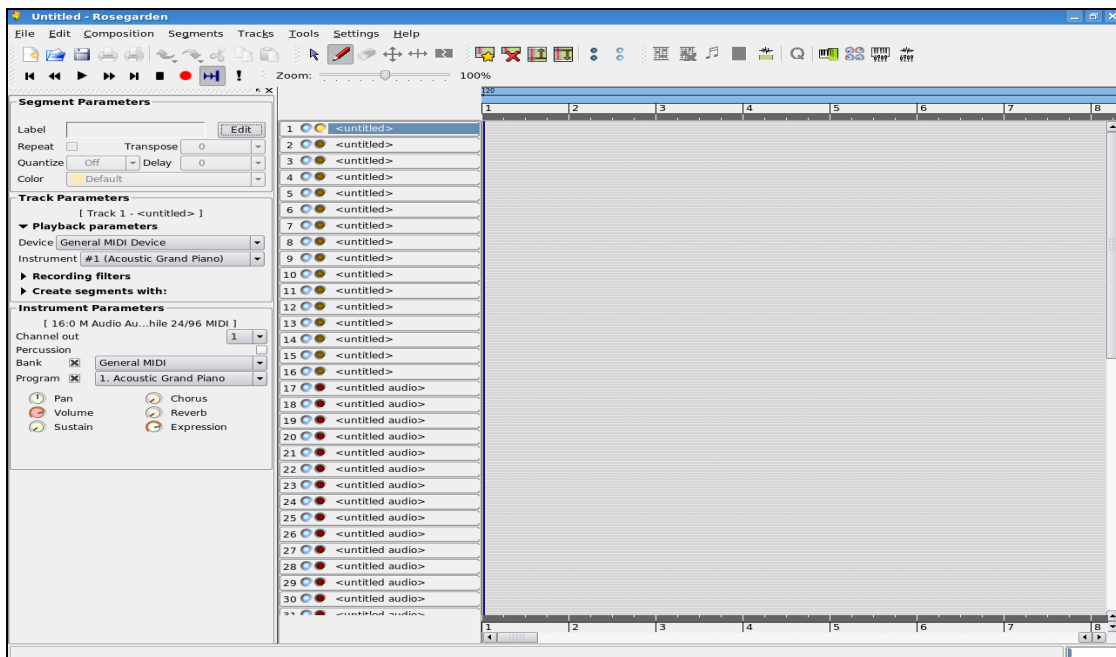


restartovanje Qsynth radi učitavanja soundfontova

Nakon ovog postupka možemo da pokrenemo *Rosegarden*, koji je razvijen tako da zadovoljava MIDI i audio potrebe velikog broja umetnika. *Rosegarden* je pravljen tako da se u njemu mogu pisati čak jako složene partiture, vršiti snimanje MIDI signala iz MIDI klavijature ili digitalnog klavira. *Rosegarden* može da snima i audio signal te da se samim time omogući prilično kompleksno korišćenje programa kao da se radi o jako skupom muzičkom studiju. S obzirom da *Rosegarden* može da sačuva svoje datoteke u raznim formatima omogućena je kompatibilnost sa drugim aplikacijama u GNU/Linuxu, kao i u drugim operativnim sistemima. Korišćenjem *Rosegardena* daje mogućnost umetnicima da proučavaju tradicionalne, ali i savremene forme muzičke kompozicije.

Grafički interfejs *Rosegardena* je veoma sličan grafičkom interfejsu drugih programa tog tipa pa se njime lako upravlja te će svi koji su imali prilike da koriste druge slične programe veoma će brzo naučiti da savladaju funkcije programa *Rosegarden*. Ukoliko se dobro savladaju funkcije programa *Rosegarden* i *Jack* umetnici verovatno neće imati potrebe da koriste posebne komercijalne aplikacije. Ukoliko budu imali takvih potreba lako će se snaći u novim okolnostima s obzirom na sličnost grafičkog interfejsa i komandi.

Jedna od prednosti programa *Rosegarden* je u tome što je njegov kod otvoren i što je moguće u celosti prevesti njegov interfejs na srpski jezik ili drugi maternji jezik etničkih skupina što bi dodatno olakšalo umetničku saradnju u multikulturalnom kontekstu.



grafički interfejs Rosegardena podseća na poznate programe za MIDI i audio

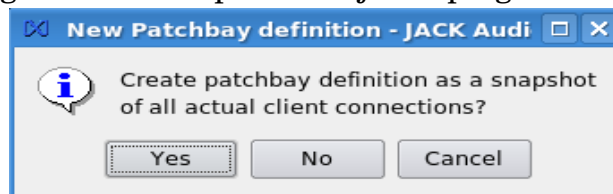
Da bi u našem slučaju *Rosegarden* mogao da pošalje note *Qsynth* programu potrebno je da pokrenemo *qjackctl* program i da pravilno povežemo putanje signala između aktivnih programa. Pokretanjem programa *qjackctl* na ekranu će nam se pojaviti grafički interfejs za kontrolu programa *Jack*.



qjackctl grafički interfejs za *Jack*

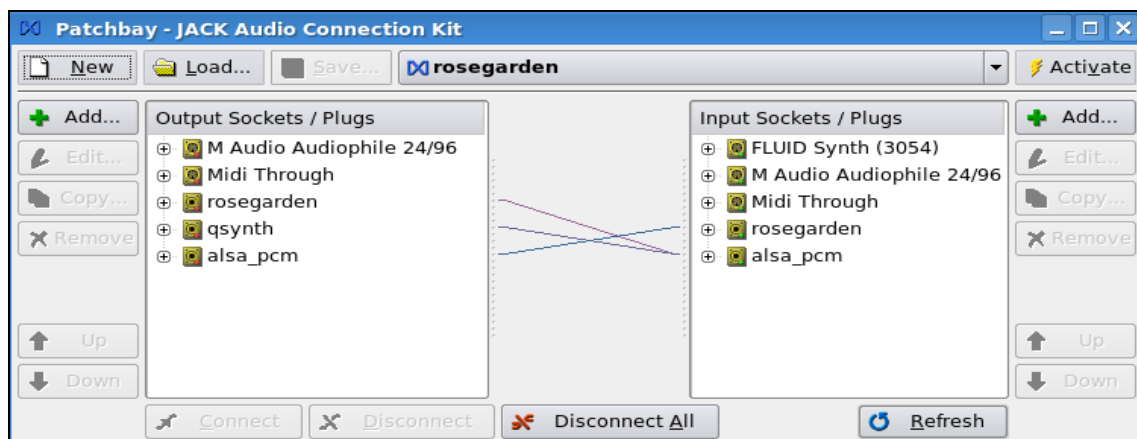
Nakon pritiska na dugme *Patchbay* pojaviće nam se prozor na kojem će se pokazati trenutno aktivni programi kao i zvučne karte ili eventualno eksterni MIDI uređaji. U našem slučaju imamo zvučnu kartu *Audiophile* i aktivne programe *Qsynth*, *Rosegarden*, *Fluidsynth* kao i prenos audio signala preko *ALSA PCM* putanje kojom se prenosi audio signal iz *Qsynth* i *Fluidsynth* programa u zvučnu kartu na njen izlazni deo kako bi se čuo audio signal.

Najkraći način povezivanja putanja signala između aktivnih programa se postiže tako što ćemo pritisnuti dugme *New* i tada će nam *qjackctl* predložiti da sam poveže aktivne programe prema mogućem načinu povezivanja tih programa.



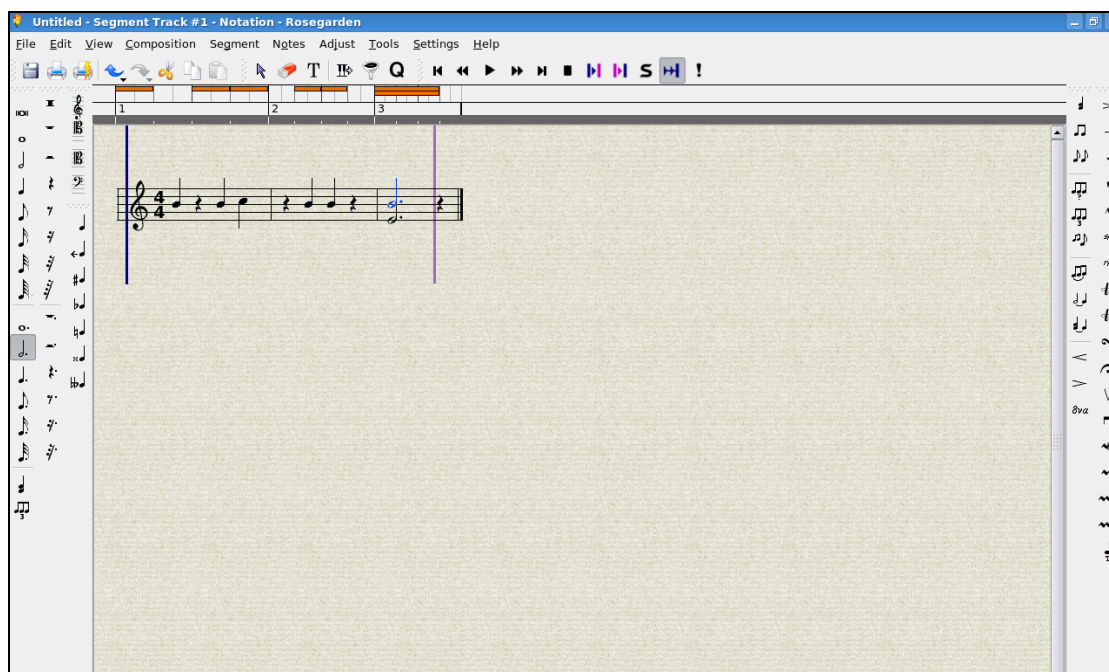
kreiranje konekcija an osnovu trenutno pokrenutih aplikacija

Ako pritisnemo dugme *Yes* u našem slučaju će *Jack* povezati aktivne programe kao na donjoj slici:



kreirane konekcije na osnovu trenutno aktivnih aplikacija

Nakon ovakvog povezivanja svih programa, moći ćemo da u *Rosegardenu* napišemo nekoliko nota, a kad pritisnemo dugme za sviranje čućemo kako *Rosegarden* u povezanosti sa drugim programima svira napisane note.

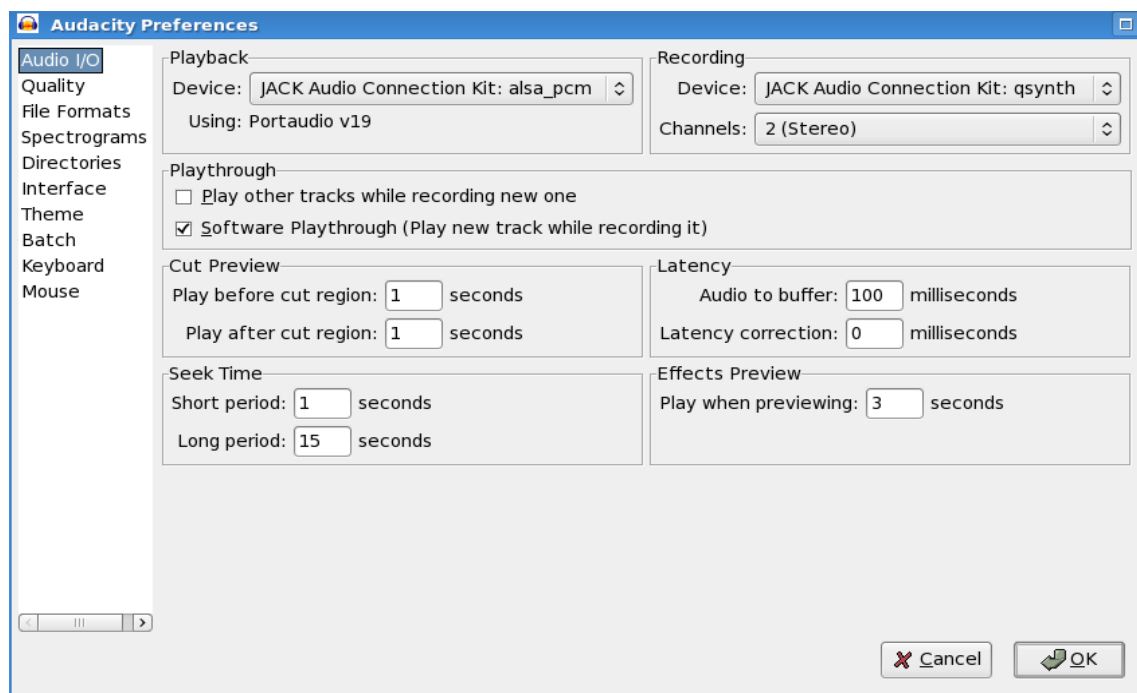


primer napisanih nota u programu Rosegarden

U našem primeru, *Rosegarden* šalje MIDI informacije programu *Fluidsynth* kojeg smo podesili i kontrolisali pomoću njegovog grafičkog interfejsa *Qsynth*. MIDI informacije se sastoje od informacija koje definišu visinu tona, ključ, tempo, trajanje note, tip instrumenta kao i drugih informacija koje definišemo u našem notnom zapisu. Program *Fluidsynth* je te note dodelio segmentima soundfonta prema MIDI porukama i odsvirao ih po informacijama dobijenih od *Rosegardena*. Signal koji je generisan u *Fluidsynthu* je poslat preko ALSA u *PCM- Out*, deo zvučne karte koji šalje takav signal prema izlaznom delu zvučne karte kako bi se on čuo preko pojačala i

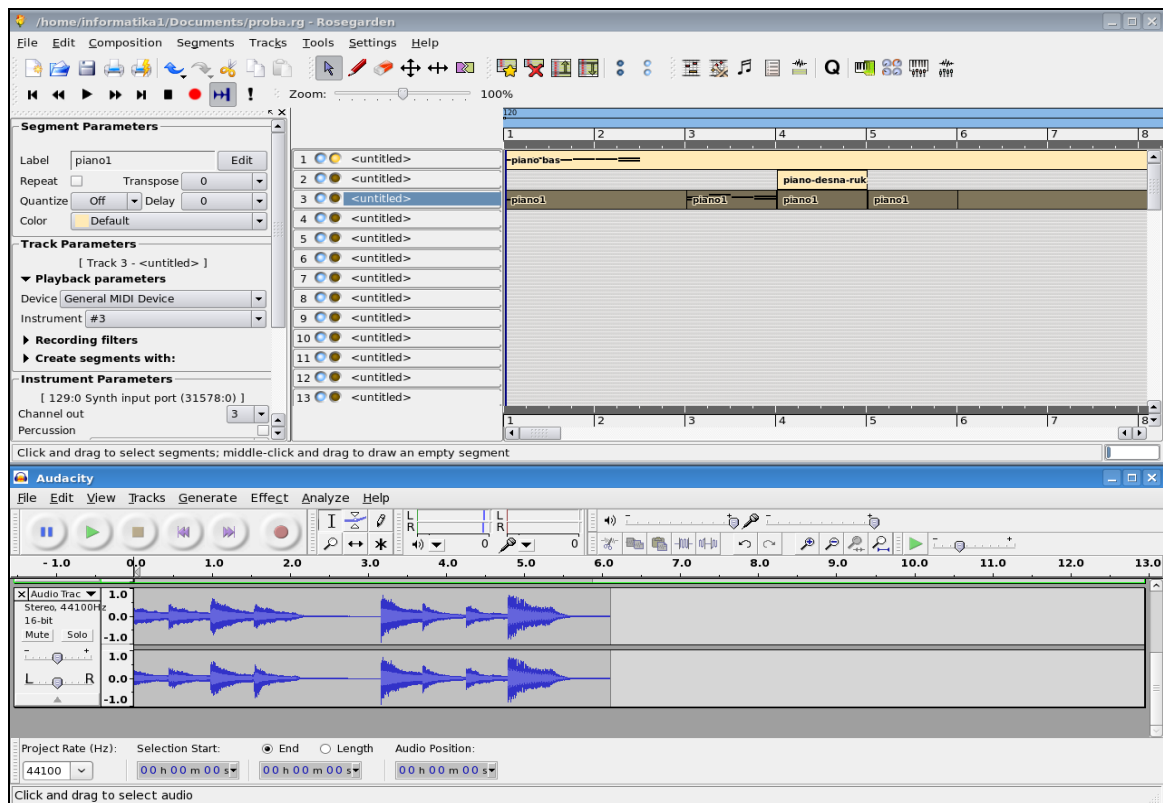
zvučnika. Da bi se iste note snimile u programu *Audacity* potrebno je da se obave neke konfiguracione predradnje samog programa *Audacity*.

Naime, program *Audacity* treba da prepozna zvuk koji stvara *Qsynth*, generisan preko MIDI informacija, kao zvuk koji treba da snimi. To se postiže podešavanjem izvora ulaznog audio signala u meniju *Edit/Preferences*.



ekran za podešavanje parametara u programu *Audacity* daje velike mogućnosti podešavanja

U delu koji se odnosi na *snimanje (Recording)* u padajućem meniju treba podesiti da je izvor signala za snimanje *JACK Audio Connection Kit: qsynth*. Ovde je važno napomenuti da je program *Audacity* u komunikaciji sa *JACKom* pretpostavio moguće izvore ulaznog audio signala za snimanje i samim izborom tog signala smo omogućili da program *Audacity* primi taj signal i snimi ga. Dakle, iako je sistem kompleksan njegovo inteligentno međusobno povezivanje i prepoznavanje omogućava da upravljanje sistemom bude relativno jednostavno.



program Audacity prihvata audio signal iz Qsyntha koji se generiše zahvaljujući vezi između Rosegardena i Qsyntha

Ako želimo da pratimo kako se izvršava snimanje, prozore oba programa možemo podesiti tako da oni zajedno prekrivaju ekran na našem kompjuteru (*kao na slici*). Crveno dugme za snimanje u gornjem levom delu ekrana programa Audacity ćemo pritisnuti par sekundi pre pristiskanja dugmeta *Play* u programu Rosegarden, kako bismo imali dovoljno vremena da sviranje kompozicije krene kad je program Audacity već u fazi snimanja. Na taj način ćemo izbeći slučajno izostavljanje prve note naše kompozicije. Snimljeni audio signal u Audacity možemo naknadno snimiti na audio CD.

Subtraktivna sinteza

Subtraktivna sinteza je tehnika sinteze zvuka zasnovana na upotrebi filtera kako bi se promenio izvorni zvuk. Ukoliko je izvorni zvuk spektralno bogat onda se upotrebom filtra mogu dobiti veoma raznoliki zvučni rezultati. Filtar je uređaj ili kompjuterski program koji omogućava najrazličitije operacije. Filtri obično deluju tako da oni izvrše mali vremenski pomak koji uzrokuje kašnjenje *kopije* ulaznog signala u filter i onda ga kombinuju sa nepromenjenim ulaznim signalom. Ove filtre skraćeno zovemo *FIR*. Filtri mogu da funkcionišu i tako što vrše vremenski pomak izlaznog signala i kombinuju ga sa ulaznim signalom. Ove filtre skraćeno zovemo *IIR*.

U subtraktivnoj sintezi je karakteristično da FIR i IIR filtri ne rezultuju sumiranjem (+) signal,a nego oduzimanjem *subtrakcijom* (-) signala. U oba slučaja rezultat je novi talasni oblik drugačijeg spektra.

Filtre u osnovi delimo u četiri grupe:

lowpass - lowpass je filter koji propušta frekvencije niže od zadate frekvencije

highpass - highpass je filter koji propušta i više frekvencije od zadate frekvencije

bandpass – filter koji propušta zadati frekventni opseg (band) dok druge frekventne opsege ne propušta kroz sebe

bandreject (notch) - određeni frekventni opseg ne propušta dok druge frekventne opsege propušta kroz sebe

Često su u potrebi pogotovo u miksetama tzv. *shelving filteri* koji u stvari nisu tehnički posebni filteri. *High shelving filter* deluje kao lowpass filter kada se podesi da odseca visoke frekvencije, dok *low shelving filter* deluje kao highpass filter, kad je podešen da odseca niske frekvencije. Dok *lowpass* i *highpass* filteri funkcionišu tako što se zadaju frekvencije na osnovu kojih oni deluju, *bandpass* i *bandreject* filteri deluju tako što se zadaju centralna frekvencija oko koje se nalazi frekventni opseg koji oni filtriraju.

Za *bandpass* i *bandreject* filtere je karakterističan *Q faktor*. *Q faktor* određuje širinu opsega delovanja ovih filtera. *Q faktor* se izračunava sledećom formulom:

$$Q = f_{\text{centralna}} / (f_{\text{ispodkojeseodseca}} - f_{\text{iznadkojeseodseca}})$$

Dakle, ako u *bandpass filteru* centralna frekvencija 2000Hz, a filter odseca frekvencije ispod 2200 Hz i frekvencije iznad 1800Hz onda *Q faktor* izračunavamo ovako:

$$Q = 2200 / (2200 - 1800) = 5$$

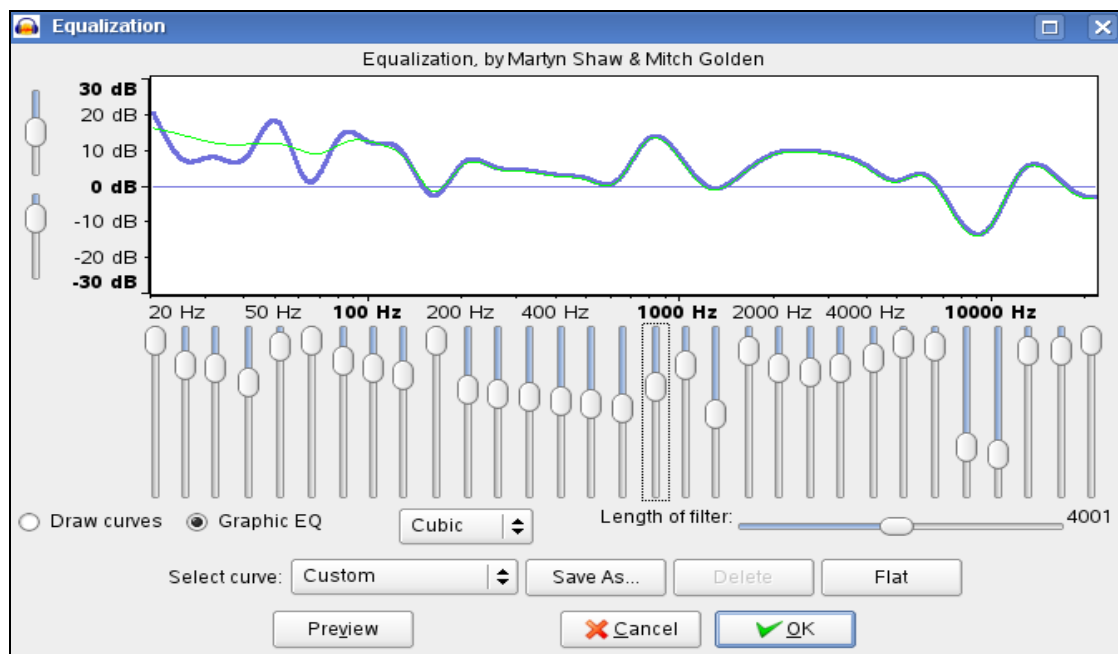
Grafički ekvilajzeri uvek imaju konstantan fabrički određen *Q faktor* dok parametrički ekvilajzeri imaju promenljiv *Q faktor*. Neki kompjuterski programi omogućavaju da se *Q faktor* menja u vremenskom intervalu što omogućava dodatnu fleksibilnost. Kod parametričkih ekvilajzera korisnik može sam da odredi centralnu frekvenciju, *Q faktor* i *gain* za svaki frekventni opseg. Pored *Q faktora*, važan parametar je *gain*, koji označava iznos smanjivanja ili pojačavanja prisutnosti nekog frekventnog opsega. Prilikom rukovanja *gainom* potrebno je obratiti pažnju da ne dođe do audio izobličenja usled preteranog prisustva nekih frekventnih opsega.

U GNU/Linux operativnom sistemu postoji velika kolekcija (*LADSPA*) od preko 300 raznih efekata i filtera koji se mogu veoma uspešno koristiti u nastavi informatike jer se mogu odmah primeniti na neki zvuk. Ovi filteri i efekti su pluginovi za programe *Audacity*, *Rezound*, *Ardour* pa se mogu direktno primenjivati na audio snimke. U kolekciji efekata i filtera *LADSPA* kao i u meniju *Filter* u programu *Rezound* imamo dovoljno filtera za efikasnu nastavu o ovoj sintezi kao i filtrima i njihovom načinu funkcionisanja.

U programu *Audacity* u meniju *Effect* postoji komanda *Equalization* koja aktivira grafički ekvilajzer sa nizom dodatnih mogućnosti i poređenja raznih frekventnih krivulja. Eksperimentisanjem ovim ekvilajzerom i pažljivim preslušavanjem dobijenih rezultata učenici će naučiti o prirodi zvuka i frekvencija, ali će isto tako steći veštinu analitičkog slušanja.

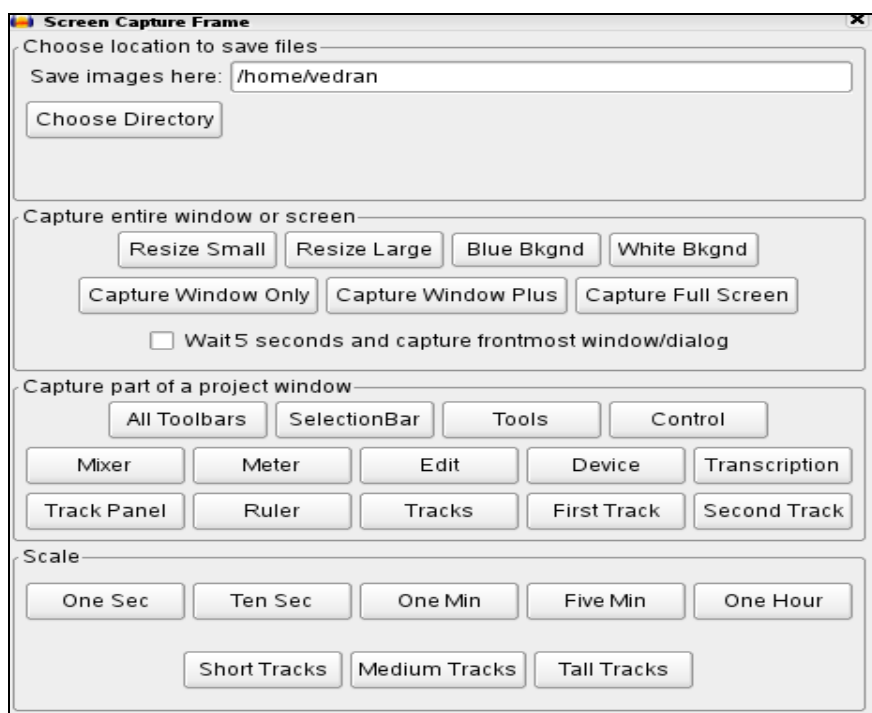
Analitičko slušanje je neophodno za umetničku muzičku produkciju, koja može

umetnicima značajno pomoći u profesionalnoj savremenoj umetničkoj produkciji.



primer grafičkog ekvilajzera u programu Audacity

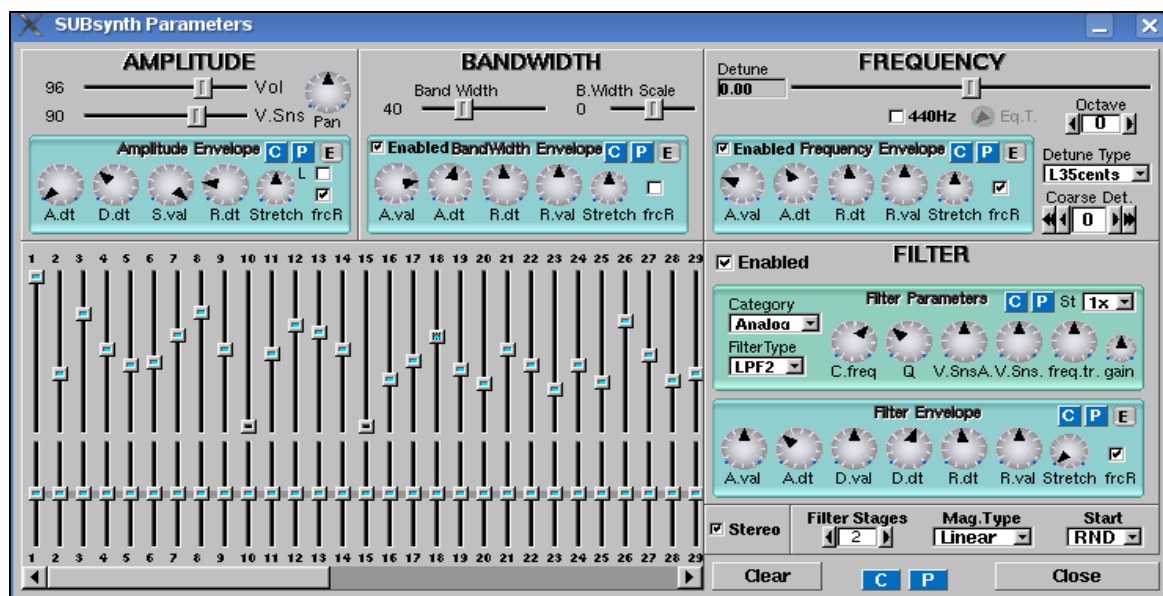
U programu *Audacity* se u *Help* meniju nalazi alatka koja služi za fleksibilno pravljenje prikaza ekrana samog programa *Audacity* i raznih aktivnosti u njemu što je sa metodološkog stanovišta veoma važna alatka i može biti korisna u pravljenju podsetnika, vežbi i raznih vrsta edukativnih uputstava za umetnički produkcijski tim.



alatka za pravljenje raznih prikaza ekrana u programu Audacity

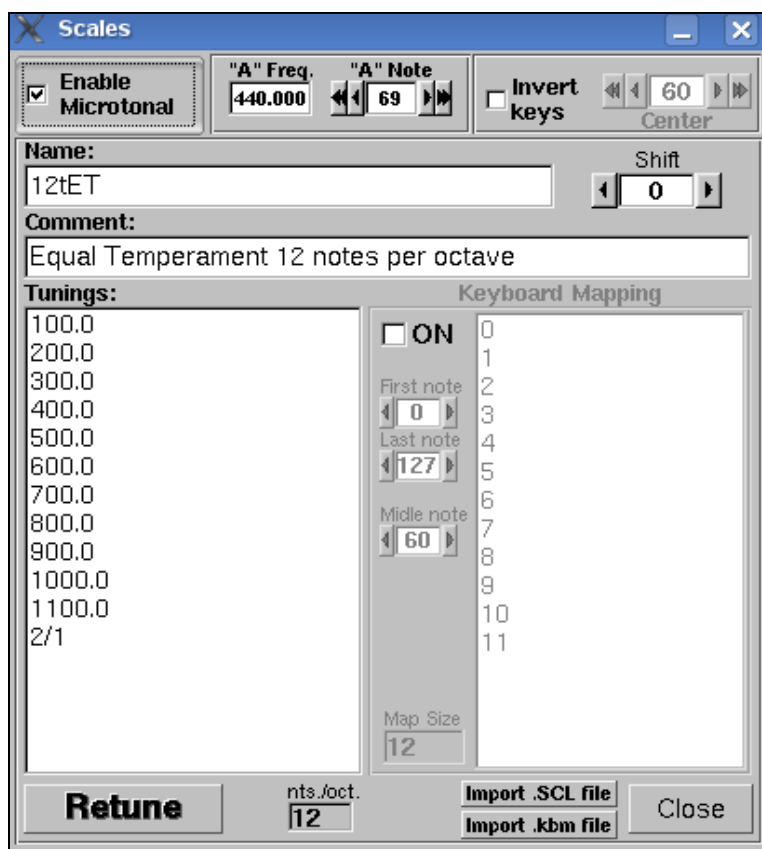
Primena subtraktivne sinteze se može uspešno izvršiti korišćenjem programa *ZynAddSubFX*. Pomoću ovog programa se može definisati veliki broj filtara i primeniti ih na postojeći zvuk kako bi se dobili promenjeni zvukovi. Moguće je odabrati vrstu

filtara te ih na razne načine koristiti uz transpoziciju, posebne oblike štimanja i slično. Eksperimentisanje sa raznim parametrima može rezultirati originalnim umetničkim rešenjima i jedinstvenim kreativnim umetničkim iskustvom.



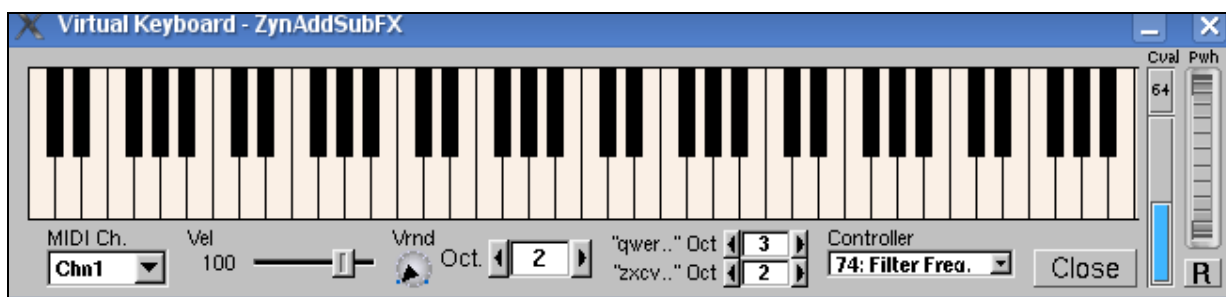
ekran za kontrolu parametara subtraktivne sinteze zvuka

Dobijeni zvukovi se mogu dodatno podešavati za razne oblike lestvica i da se na taj način upotrebljavaju u raznim muzičkim oblicima. Korisnik može sam da definiše svoje lestvice i da proučava ponašanje raznih zvukova u lestvicama.



prikaz ekrana za definisanje i upravljanje lestvicama

Ukoliko korisnici programa nemaju pri ruci MIDI klavijaturu, program *ZynAddSubFX* sadrži u sebi malu virtualnu klavijaturu pomoću koje se mogu svirati sintetizovani zvukovi za testiranje kvaliteta dobijenih rezultata u subtraktivnoj sintezi zvuka.



virtualna MIDI klavijatura unutar programa *ZynAddSubFX*

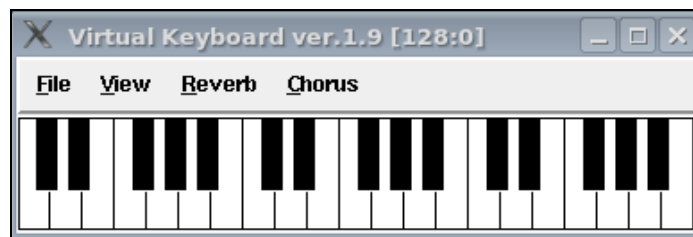
Oponašanje analognih sintetizatora zvuka

Ukoliko želimo da praktikujemo sintezu zvuka na način kako se to radilo prilikom prvih pokušaja sinteze zvuka, potrebno je da aktiviramo *Jack* kao i aplikaciju za sintezu zvuka. U našem primeru ćemo pokrenuti aplikaciju *Bristol 2600*, koja pokazuje izgled nekadašnjeg analognog sintetizatora ARP2600. Ovakva aplikacija može poslužiti u razumevanju procesa sinteze zvuka i plastično dočarati povezanost raznih funkcionalnih modula sintetizatora i njihov uticaj u sintezi zvuka.



ARP2600 je legendarni analogni sintetizator

Na kompjuter sa USB MIDI interfejsom ili zvučnom kartom sa MIDI interfejsom možemo priključiti MIDI klavijaturu koje su na današnjem tržištu veoma jeftine. Kako bismo dobijene zvukove mogli da odsviramo možemo da priključimo MIDI klavijaturu ili da koristimo virtualnu klavijaturu tj. aplikaciju *vkeyboard*. Aktiviranjem aplikacije *vkeyboard* na ekranu nam se pojavljuje klavijatura kao na donjoj slici:



vkeyboard je mala virtualna MIDI klavijatura

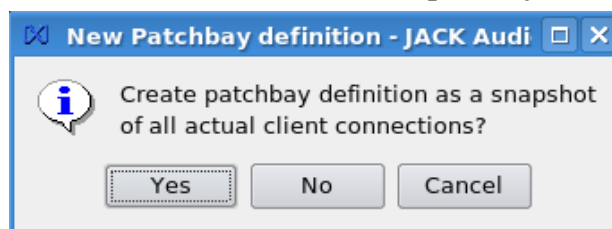
Pritiskanjem dirki na toj klavijaturi oponašamo postojanje druge MIDI klavijature pomoću koje sviramo sintetizovane zvukove radi provere kvaliteta dobijenih zvukova.

Za bolje definisanje i shvatanje načina povezivanja i funkcionisanja *Jack* aplikacije, potrebno je iskoristiti mogućnost *Jack* aplikacije da ona sama napravi snimak postojećih aktivnih aplikacija i prema tome predloži šemu spajanja tih aplikacija. Kad pokrenemo *qjackctl* onda nam se na ekranu pojavi grafički kontrolni interfejs *Jack* aplikacije.



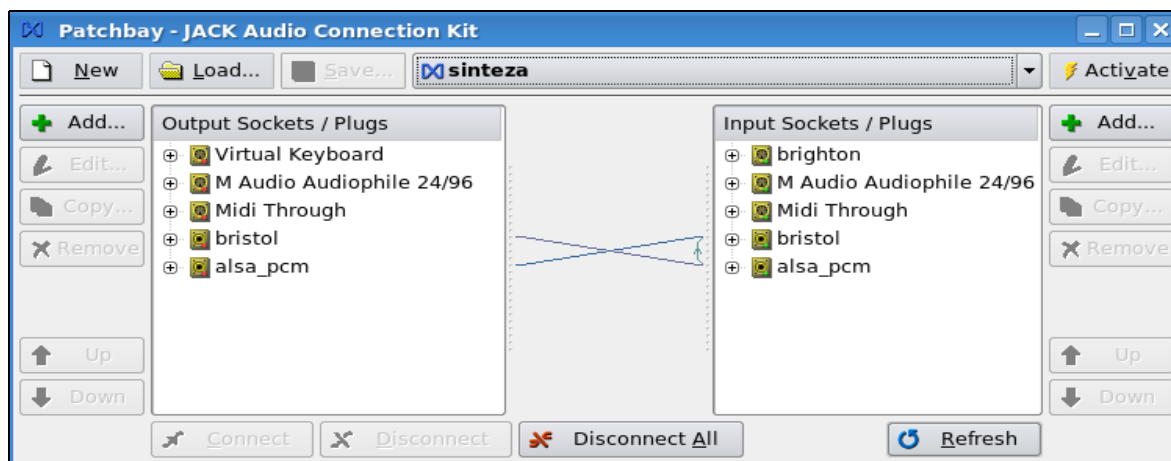
grafički interfejs kontrolne table za Jack

Kad pritisnemo dugme *Patchbay* na Jacku pojavit će nam se sledeći ekran koji će nam otvoriti mogućnost povezivanja aktivnih aplikacija kao i aktivnih zvučnih karti u našem kompjuteru. Ako pritisnemo na dugme *New* u prikazu aktivnih programa i zvučnih karti pojaviće nam se ekran koji nas pita želimo li da *Jack* za nas kreira predložak konekcija na osnovu trenutno aktivnih aplikacija i zvučnih karti.



mogućnost kreiranja veza u Jack-u pomoću trenutno otvorenih programa

Pritiskom na dugme *Yes*, *Jack* izvrši automatsko i optimalno povezivanje i u našem slučaju prikaže ih kao na donjoj slici. Na ovaj način se uštedi vreme, a istovremeno se omogućava efikasnost u radu i umetnicima koji nisu vešti u upotrebi savremenih informacionih tehnologija.



prikaz uspostavljenih konekcija između aplikacija

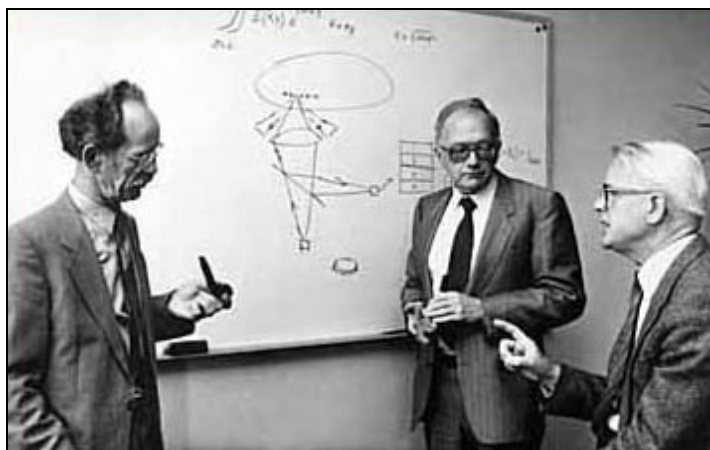
U našem slučaju vidimo da su aktivne aplikacije *vkeyboard*, *Bristol* kao i *Maudiophile* zvučna karta koja audio signal svira preko *ALSA pcm* konekcije. Možemo po potrebi dodavati dodatne konekcije pomoću dugmeta *Add*, menjati njihove definicije sa *Edit*, menjati njihov redosled sa *Up* i *Down* te ih uklanjati pomoću tastera *Remove*. Ukoliko već imamo prethodno umemorisane konekcije možemo ih pokrenuti odabirom nakon pritiska na dugme *Load*.

Snimanje datoteka na CD i DVD

Kako je nastao CD

Razvoj informacionih i komunikacionih tehnologija doveo je do potrebe mobilnosti i povećane razmene podataka te do potrebe unapređenja tehnologije za pravljenje medija za čuvanje podataka. *Emil Berliner* osnivač poznate kompanije *Dojče Gramofon* (*Deutsche Grammophon*) je 1887.g. pronašao način kako da se audio podaci snime na vinilni disk koji se koristio dugo, čak i do danas, kao medij za audio podatke. U to vreme, *Berliner* je mogao to da uradi sam, bez angažovanja velikih istraživačkih centara i značajnog finansijskog učešća velikih kompanija. Međutim, kreiranje kompakt diska je zahtevalo saradnju velikog tima stručnjaka, dosta vremena i novca kako bi se stvorila takva tehnologija. Postojali su naponi za kreiranjem takvog medija još mnogo pre stvaranja kompakt diska. Još je 1957.godine, Italijan *Rubijani* (*Rubbiani*) na *Međunarodnom salonu tehnike* (*Salone Internazionale della Tecnica*) predstavio primitivnu verziju video diska, a 1964.godine, istraživačka grupa kompanije 3M, prikazala je verziju video diska koja je mogla da sadrži video zapis.

Stručnjaci u istraživačkim laboratorijama kompanija *Sony* i *Philips* su udružili svoja znanja i sredstva ne bi li zajednički došli do stvaranja medija na koji je moguće uz pomoć optičkih tehnologija upisivati veliku količinu podataka.



G. Bowhuis, G. Kramer i K. Compaan iz kompanijen Philips razgovaraju o aspektima optičkog snimanja (arhiva kompanije Philips)

Još početkom sedamdesetih godina kad su učinjeni prvi naponi u artikulisanju tehnologije i preferiranju laserske tehnologije kao načina upisivanja podataka, stručnjaci iz Philipsa su ubjeđivali upravu kompanije da će proizvodnja kompakt diska biti isplativa. Morali su da podsećaju menadžment na komercijalni uspeh kompakt kasete, i da bi eventualni kompakt disk takođe mogao biti uspešan. U vreme dok su stručnjaci Philipsa pravili prototipove CD plejera kompanije AEG-Telefunken i JVC su imali slične projekte. Philips se ipak odlučuje da organizuje konferenciju za štampu i predstavlja prototip CD plejera i digitalni zvuk svirajući Šubertovu Nezavršenu simfoniju.

Nakon slične prezentacije u Japanu, 1979.godin, kompanija Sony se pridružuje Philipsu u naporima i istraživanja se ubrzavaju, a tehnološki napredak u definisanju kompakt diska je sve veći. Ubrzo se definiše način upisivanja podataka na disk, dimenzije diska. Posebna zanimljivost je da su se odlučili da na disk mora stati 74 minuta muzike kako bi najduže izvođenje Betovenove Devete simfonije moglo da stane na jedan kompakt disk.

Veliki obožavalac Betovenovih kompozicija, Norio Ohga, potpredsednik kompanije Sony, zahtevao je da CD mora imati promer od 12 cm, kako bi bilo prilagođeno dužini izvođenja Betovenove Devete simfonije, te je takva odluka i doneta. Stručnjaci kompanije Philips i Sony su tehničku specifikaciju za kompakt disk CD napisali u dokumentu koji se zove *Crvena knjiga (Red Book)* koji je dobio ime po boji korica dokumenta. Nakon toga Philips i Sony odvojeno rade na proizvodnji CD plejera. Philips u potpunoj tajnosti konstruiše svoj CD plejer, a 1981.godine Herbert von Karajan biva prva osoba izvan Philipsa kojoj je dozvoljeno da sluša kompakt disk u prostorijama Philipsa. 1982. godine se na tržištu pojavljuje prvi audio CD sa naslovom *The Visitors* grupe ABBA. Prva grupa koja prodaje milion kompakt diskova na tržištu je grupa *Dire Straits* sa svojim albumom *Brothers in Arms*.

Audio CD i CD-R za snimanje podataka su do sada imali ogromnu prodaju tako da je do sada proizvedeno preko 200 milijardi medija što je potvrdilo očekivanja stručnjaka kompanija Philips i Sony za vreme planiranja proizvodnje kompakt diskova.

Tehnički podaci

CD je primarno zamišljen kao nosač audio signala. Stručnjaci Philipsa i kompanije Sony su u dokumentu *Crvena knjiga* definisali da CD ima prečnik od 12cm, debljinu od 1.2mm i težine oko 16 grama. CD je obično sačinjen od polikarbonata, a sačinjen je od više slojeva. Sloj za snimanje je obično sačinjen od *cijanina*, *ftalocijanina* ili od *azo* supstance. Tanki sloj aluminijuma je nanesen na površinu kako bi se povećala refleksivnost kompakt diska i time omogućilo lakše funkcionisanje lasera. Preko tog sloja je nanesen zaštitni sloj laka kako bi se sami podaci zaštitili od otisaka prstiju i ogrebotina. Kompakt diskovi sa *azo* i *ftalocijanin* slojevima su manje osetljivi na izlaganje svetlosti. Savremeni CD pisači i čitači automatski se podese prema vrsti supstance koja se nalazi na kompakt disku i kalibrišu način upisivanja podataka.

Prema *Crvenoj knjizi* audio podaci se upisuju na CD sa učestalosti odabiranja od 44.1 kHz i rezolucijom od 16 bita. Na CD se može upisivati *stereo* audio snimak kao i četverokanalni audio snimak. *Mono* snimak se može upisivati samo kao dvokanalni snimak u kojem su oba kanala identična. Upisivanje četverokanalnog audio signala nije zaživelo u praksi korišćenja kompakt diska. Na audio CD po crvenoj knjizi može stati 1 - 99 snimaka (*tracks*). Proširenjem Crvene knjige bilo je dozvoljeno da se, osim audio signala na audio kompakt disku osposobi mesto i za tekst koji opisuje naziv albuma, ime umetnika i sl.

Pošto su podaci na audio kompakt disku po Crvenoj knjizi podeljeni u *okvire* (*frames*), vreme se računa u minutama, sekundama i okvirima *mm:ss:ff*.

Učestalost odabiranja na kompakt disku je nastala kao rezultat rešavanja problema prenosa audio podataka do studijskog snimača, iako je u osnovi bio *Nyquist i Shannon teorem*. Naime, pomoću posebnog uređaja zvanog *PCM adapter* digitalni audio podaci sa kompakt diska su konvertovani u analogni oblik koji se mogao čuvati na video kaseti. Po toj tehnologiji se moglo snimiti tri odbirka po kanalu audio snimka na video kaseti. Međutim, NTSC video snimak je imao 59.94 iskoristiva polja po sekundi, a svako polje je imalo 245 linija po polju. S druge strane, PAL sistem je imao 50 polja u svakoj sekundi, a 294 linije po polju. Predlog kompanije Sony je bio da se računa po PAL sistemu što je Philips usvojio nakon debate. Naime, PAL sistem je zahtevao snimanje sa 16 bit rezolucijom dok je Philips koristio 14 bit rezoluciju. Kako je Philips uspeo da obezbedi 16 bit rezoluciju, tako što je na svoje 14 bit konvertore dodao 4 X oversampling, prihvatio je predlog računanja koji je predložila kompanija Sony.

NTSC	$245 \times 59.94 \times 3 = 44055.9$
PAL	$294 \times 50 \times 3 = 44100$

Takav sistem računanja je rezultirao i konačnom odlukom da prečnik kompakt diska bude 12 cm. Postoje verzije od 8cm koje služe za snimanje singlova, kao i tzv. *vizit karta* dimenzije koje služe za kraće prezentacione audio snimke ili podatke.

Dimenzija u cm	Kapacitet audio signala	Kapacitet podataka
12	74-80 min	650 - 703 MB
8	21-24 min	185 - 210 MB
"vizit karta"	~ 6 min	~ 55 MB

poređenje fizičkih veličina i kapaciteta pojedinih vrsta kompakt disk medija

Kompakt disk se vrti po unutrašnjem prečniku brzinom od 500 okretaja po minuti dok se po vanjskom orečniku vrti 200 okretaja u minuti. Ovaj način definisanja brzine se odvija po principu *konstantne linearne brzine* (*Constant Linear Velocity - CLV*). Kod ovakvog načina definisanja brzine snimanja podataka na kompakt disk snimač ima *konstantnu brzinu snimanja*.

Ukoliko se kod snimanja koristi princip *zonske konstantne linearne brzine* (*Zone Constant Linear Velocity - ZCLV*) onda CD pisač deli kompakt disk na zone i u svakoj zoni primenjuje progresivno veću brzinu snimanja.

Princip snimanja korišćenjem *delimične konstantne ugaone brzine* (*Partial Constant Angular Velocity - PCAV*) podrazumeva da CD snimač progresivno povećava brzinu, od unutrašnjeg prečnika kompakt diska ka vanjskom prečniku kompakt diska do određene brzine, a onda prestaje sa ubrzanjem i do kraja snimanja ostaje pri konstantnoj brzini.

Kod snimanja korišćenjem *konstantne ugaone brzine* (*Constant Angular Velocity - CAV*) CD snimač vrti kompakt disk konstantnom brzinom, ali progresivno povećava brzinu od unutrašnjeg prečnika kompakt diska prema vanjskom prečniku kompakt diska.

Jedinica merenja brzine označava brzinu upisivanja od 1 X tj. 153600 bajta u sekundi u CD-ROM režimu dok ta brzina u audio režimu iznosi 176000 bajta u sekundi. Kad kažemo da neki CD pisač ima brzinu od 24X to znači da on može da piše 24 puta jediničnu brzinu. Savremeni CD pisači mogu da pišu brzinom od 52X.

Vrste kompakt diskova

Audio CD je definisan tehničkom specifikacijom u *Crvenoj knjizi* prema tehničkim specifikacijama koje su prethodno navedene u ovom poglavlju.

CDROM je definisan 1985.g. i opisan je u *Žutoj knjizi* (*Yellow Book*).

CD-ROM prvenstveno služi za upis podataka koji nisu audio signal za preslušavanje u CD plejerima.

Najmanja jedinica za upisivanje podataka se zove *okvir* (*frame*) i ona sadrži 24 bajta. Podaci na CD-ROMu su organizovani u *okvire* i *sektore*. Svaki CD-ROM sektor sadrži 98 okvira što je ukupno 2352 bajta. Najčešće se koriste tri vrste CD-ROM oblika iako se sada najviše koristi CD-R kao poseban oblik.

CD-ROM Mode 1 se najviše koristi za snimanje podataka. Po specifikaciji u *Crvenoj knjizi* 2352 bajta u svakom sektoru imaju sledeći način korišćenja: 12 bajta sadrži informaciju o sinhronizaciji, 4 bajta su podaci u zaglavlju, 2048 bajta za korisnikove podatke i 288 bajta za korekcije grešaka i detekciju.

Deo za detekciju služi za sprečavanje oštećenja podataka što može imati posebno loše posledice ako su ti podaci izvršni programi što može dovesti do nefunkcionisanja programa.

CD-ROM Mode 2 Form 1 se koristio za podatke, ali se više ne koristi.

CD-ROM Mode 2 Form 2 se koristio za podatke gde su moguće tolerancije grešaka. U takve podatke spadaju audio i video podaci. Kod ove vrste CD-ROMa podaci u sektoru se dele na 12 bajta informacija o sinhronizaciji, 4 bajta informacija o zaglavlju i 2336 bajta korisnikovih podataka. Mode 2 obezbeđuje 14% više prostora za korisnikove podatke od Mode 1 jer izostavlja podatke koji se tiču korekcije grešaka. Tipičan primer korišćenja ovog tipa CD-ROMa je Video CD.

CD-R je definisan 1990.g. i opisan je u *Narančastoj knjizi (Orange Book)*. *CD-R* prvenstveno služi za snimanje podataka koji nisu audio signal za preslušavanje u audio CD plejerima.

CD + G je posebna vrsta audio CD koja ima u sebi i snimljen grafički fajl koji nekada opisuje na primer grafički dizajn kutije kompakt diska i slično.

CD + EG je posebna vrsta audio CD koja u sebi ima proširenu grafiku (*extended graphic EG*). Do sada je snimljeno vrlo malo ovih kompakt diskova.

SACD - Super Audio CD je posebna vrsta audio kompakt diska kojeg su kompanije Philips i Sony definisale 2000.g. *SACD* je imao prvenstvenu namenu da obezbedi bolji audio zapis od audio kompakt diska definisanog Crvenom knjigom. Jedna od njegovih namena je da bude konkurent audio DVD, ali *SACD* još uvek nije zaživio na tržištu i nema tako čestu upotrebu kao što se očekivalo.

Video CD - VCD je standard opisan u *Beloj knjizi (White Book)*, kojeg su definisale kompanije Philips, Sony, JVC i Matsushita. *VCD* je namenjen snimanju video signala sa namerom da bude bolji od VHS signala. *VCD* je planiran da se čita posebnim *VCD* plejerima. *VCD* mogu da čitaju i noviji DVD plejeri kao i neke konzole za video igrice.

Super Video CD - SVCD je standard koji definiše snimanje video signala na običan kompakt disk medij. On ima namenu da zameni video na DVD mediju i da ima bolje tehničke karakteristike od *VCD*. Na običan kompakt disk medij može da stane 60 - 100 minuta video signala snimanog u *SVCD* formatu. Što je video snimak duži kvalitet je slabiji. S obzirom na pojeftinjenje DVD medija *SVCD* nije još zaživio i nije u raširenoj upotrebi.

Foto CD (Photo CD) je sistem snimanja na kompakt disk kojeg je definisala kompanija Kodak i služi za snimanje digitalnih fotografija. *Foto CD* je definisan 1992.g., a tehnička specifikacija je opisana u *Bež knjizi (Beige Book)*.

CD za slike (Picture CD) je još jedan standard kojeg je postavila kompanija Kodak. Na ovaj kompakt disk fotografije rezolucije 1024 X 1536 piksela u *jpeg* formatu su snimljene sa filma.

CD - i Interaktivni CD (CD - interactive) je standard kojeg je definisala kompanija Philips u *Zelenoj knjizi (Green Book)*. On ne prikazuje deo kompakt diska u kojem je snimljen softver koji omogućava interaktivnost.

Enhanced CD - poboljšan CD je standard kojeg još nazivaju *CD Extra* ili *CD plus* za snimanje audio podataka kao i drugih podataka na isti kompakt disk.

Recordable Audio CD - je medij koji izgleda potpuno isto kao i običan kompakt disk, ali je namenjen prvenstveno za snimanje audio signala. Ovakav kompakt diska nema na sebi oznaku CD-R nego Audio CD.

Multi speed CD - R je napravljen sa idejom koja omogućava da se na jednom delu kompakt diska moglo snimati jednom brzinom, a na drugom delu kompakt diska drugom brzinom. Ovaj način je stvoren kako bi se omogućilo da se snimanje obavlja portabl uređajima koji se napajaju putem baterije pa im je potrebna manja potrošnja električne energije da bi snimnali na manjoj brzini, a da se drugi deo kompakt diska snimi po potrebi uređajem koji ima mogućnost velike brzine snimanja.

CD - RW CD Piši briši (CD Read Write) je kompakt disk na kojem je moguće više puta snimati i pisati podatke. Na jedan medij se može do 1000 puta pisati i brisati podaci. Ovakvi mediji imaju složeniju fizičku strukturu i funkciju slojeva pa su malo skuplji jer se u nekim slojevima koriste prave legure metala umesto slojeva plastičnih materijala. CD RW sledi specifikaciju standarda Narančaste knjige. Na CD RW medije se mogu upisivati podaci manjom brzinom nego na CD - R medije. U najboljem slučaju CD RW mogu snimati brzinom do 32 X mada se često koristi brzina od 24 X.

Metode snimanja na CD i CD - RW

Mount Rainier je način snimanja podataka na CD - RW kada se podaci brišu automatski kad se drugi podaci prevuku na njega (*drag and drop*). Ova specifikacija je definisana 2001.g. i još uvek nije u tako širokoj upotrebi.

DAO - Disk odjednom (Disk At Once) je metod snimanja kada se uzastopno snimaju podaci u *uvodno područje (Lead-in Area)*, *programsko područje (Program Area)* i *izvodno područje (Lead-Out Area)*. Kad se završi snimanje nemogu se dodatno upisivati drugi podaci. DAO se može snimati samo na potpuno praznom mediju.

SAO - Sesija odjednom (Session At Once) je metod u kojem se uvodno, programsko i izvodno područje upisuju, ali se prva sesija ne zatvara i na ovakav medij se može dodatno upisivati nova sesija u *višesesijskom snimanju (multisession)*.

TAO - Traka odjednom (Track At Once) je metod snimanja kada se laser uključuje i isključuje nakon svake trake snimanja audio signala i tom prilikom se obično definiše razmak od dve sekunde između svake trake. Neki kompjuterski programi za snimanje mogu da definišu različite pauze između traka kod TAO snimanja.

Paketno snimanje - UDF packet recording je način snimanja kada se prethodno formatizovani CD medij koristi kao čvrsti disk. Ukoliko se izbrišu podaci na CD-R mediju taj prostor se nemože ponovo koristiti. Ova tehnologija se najviše koristila u upotrebi CD - RW medija, koja po svojoj prirodi omogućava veću fleksibilnost brisanja i upisivanja.

Na kraju svakog snimanja podataka na kompakt disk medij se obično vrše *fiksacija (fixation)* ili *finalizacija (finalization)*.

Fiksacija je metod koji se koristi kod višesesijskog snimanja. Fiksacija zaključuje sesiju i upisuje je u *uvodno područje (tabela sadržaja)*. Ovim postupkom se

završava samo jedna sesija, ali se ostavlja mogućnost da se dodatne sesije upisuju na kompakt disk.

Finalizacija je metod koji se koristi kad je potrebno u potpunosti zatvoriti kompakt disk. Finalizacijom se kompakt disk potpuno zatvara i nakon finalizacije nije moguće dodatno snimanje.

Trajnost CD-R i CD-RW medija je u početku bila procenjivana do 100 godina pod normalnim odnosima temperature i prosečne vlažnosti. Međutim, novija istraživanja su pokazala da savremeniji proizvođači medija proizvode CD - R i CD - RW medije čija trajnost pri normalnoj temperaturi i prosečnoj vlažnosti ne prelazi 24 meseca. Zbog toga kompakt diskovi više nisu pogodan medij za trajno čuvanje podataka.

Sistemi datoteka na kompakt disku

Na kompakt disk medije se podaci mogu snimati u obliku raznih sistema datoteka kao što su ISO 9660, HFS, Joliet i drugi.

HFS - Hijerarhijski sistem datoteka (Hierarchical File System) je sistem kojeg je najpre koristila kompanija *Apple* za snimanje na CD. Ovaj sistem je dobio svoje proširenje pa se nakon toga zvao *HFSPlus*. Zbog kompatibilnosti sa korišćenjem kompakt diskova na drugim operativnim sistemima ovaj sistem se manje koristi. U te svrhe se sve više koristi *Hibridni CD* koji ima u sebi osobine ISO9660 i *HFSPlus*. *HFS Plus* sistem je prevaziđen u skorijim verzijama Mac OS operativnog sistema. Ponekad se naziv *Hibridni disk* koristi za kompakt diskove na kojima su upisane aplikacije za korišćenje Interneta, a jedan deo diska je prazan pa se na njega odmah upisuju prevučeni podaci sa Interneta.

ISO13490 sistem ima iste specifikacije kao ISO9660, ali je dodata mogućnost za snimanje u više sesija.

El Torito je sistem koji je dobio ime po restoranu El Torito u Kaliforniji gde je za vreme večere definisan standard. Ovaj sistem dodaje specifikacije koje određuju potrebne uslove da bi se operativni sistem mogao podignuti sa CD-a, odnosno DVD-a, bez prethodnog podizanja operativnog sistema sa čvrstog diska. Ovaj standard su definisali stručnjaci iz kompanija IBM i Phoenix Technologies u januaru 1995.g. Nakon definisanja tog standarda kompjuteri u svom BIOSu imaju mogućnost biranja načina da se operativni sistem podigne i sa CD-a odnosno DVD-a. Ovaj sistem je raširen u tzv. *Live CD* verzijama GNU/Linux, koje se podižu zahvaljujući tom standardu. (Live CD se uglavnom instaliraju u RAM kompjutera umesto na čvrsti disk. Live CD standard upotrebljavaju i neke slobodne varijante BSD operativnog sistema kao i Plan9.)

Rock Ridge omogućava proširenje za ISO 9660 tako što omogućava da se sačuvaju privilegije - dozvole u karakteristikama datoteka i direktorija. Rock Ridge omogućava duže nazive datoteka u ASCII obliku.

Joliet omogućava duže nazive datoteka i direktorija, kao i mogućnost da se unazivu koriste slovni znakovi po UTF-8 kodnom rasporedu uključujući i nelatinične slovne znakove.

UDF - Univerzalni disk format (Universal Disk Format) je sistem datoteka koji je primena ISO/IEC 13346 standarda. Ovaj sistem je kreirala OSTA (Optical Storage

Technology Association) i napravljen je sa namerom da potpuno zameni ISO9660. Prvi put je definisan 1995.g. i tokom godina se razvijao. U početku je služio za *paket upisivanje* podataka u kojem je prethodno formatizovani kompakt disk služio kao čvrsti disk. Danas se *UDF* sve više koristi za snimanje podataka na DVD, jer je još prilikom prvog usvajanja standard bio prihvaćen od strane DVD konzorcijuma, koji ga je prihvatio za DVD video format. DVD video diskovi imaju tzv. *UDF Most (UDF Bridge)* format koji omogućava da se ISO 9660 i UDF istovremeno čitaju na istom mediju. Kompanija Philips je izdala slobodan softver koji služi za proveru da li neki medij podleže UDF specifikaciji.

ISO 9660 je najčešći oblik snimanja podataka u obliku tzv. *disk slika (disk image)*. Pre postojanja ISO 9660, podaci su se najčešće snimali na razne načine. Kompanija Sun Microsystems je koristila UNIX UFS sistem za svoje CD-ove. Kompanija Silicon Graphics je za kreiranje instalacionih diskova operativnog sistema IRIX koristila EFS sistem, dok je kompanija Apple koristila HFS Plus sistem. U to vreme nije bilo univerzalnih, opšte prihvaćenih standarda za snimanje podataka na kompakt disk. Sistem High Sierra je nakon nekoliko revizija bio prihvaćen i dobio ime ISO 9660:1988.

ISO 9660 je datoteka koja u sebi ima cele direktorije i datoteke pa je na neki način *slika* tih direktorija i datoteka. Ona ima nastavak *.iso* na kraju naziva datoteke. Ovaj sistem je mogao da ima hijerarhiju od 8 poddirektorija za svaki direktorij, a nazivi datoteka su mogli da imaju osam slovnih znakova sa nastavkom od tri slova. Ovaj način nazivanja se zbog toga još zove 8.3 sistem. Prvih 32768 bajta na disku se ne koristi kako bi se ostavio prostor za eventualne podatke o drugom sistemu datoteka kao što je npr. *HFS Plus* kao kod hibridnog diska. Nakon ovog prostora nalaze se podaci koji opisuju da li je neki zapis datoteka ili direktorij, veličini podataka, nazivi datoteka i direktorija i sl. ISO 9660 je imao određena proširenja kako bi se dozvolili duži nazivi datoteka i sl. Ipak, ISO 9660 ne dozvoljava da naziv datoteke ili direktorija ne počinje tačkom, da u nazivu datoteke ne može biti više od jedne tačke, dok nazivi direktorija ne mogu imati tačku u nazivu. Programi za snimanje podataka na CD i DVD često automatski promene nazive direktorija i datoteka kako bi zadovoljili ISO 9660 specifikacije. Nivo 3 proširenje ISO 9660 specifikacije omogućava da se snime i datoteke veće od 4 GB.

Ukoliko *.iso slika* ima u sebi više od 65535 direktorija operativni sistem GNU/Linux će ih sve čitati dok će operativni sistem Windows XP imati problema u čitanju onih direktorija koji su nakon 65535. direktorija.

ISO 9660 se veoma često koristi u GNU/Linux operativnom sistemu za distribuciju programa kao i GNU/Linux distribucija. Zbog toga u GNU/Linux operativnom sistemu postoje i programi za kreiranje i upravljanje *.iso* datotekama. Programi za snimanje podataka na CD i DVD kao što je K3B imaju mogućnost da se samo kreira *.iso* datoteka bez snimanja na CD ili DVD. Postoje i programi za kreiranje *.iso* datoteka koji rade u terminalu kao što je *mkisofs*.

Komandom

mkisofs -o testlika.iso /home/petar/informatika

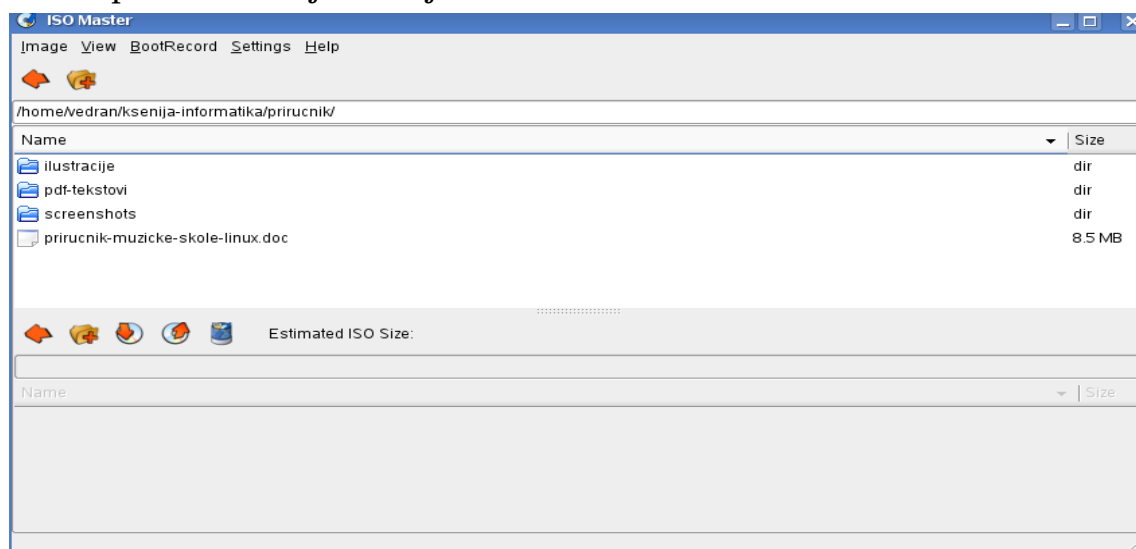
datoteke iz direktorija /home/petar/informatika kopiramo i kreiramo datoteku *.iso sliku* koja se zove *testlika.iso* koju možemo snimiti na CD ili DVD.

ISO9660:1999 je prošireni *ISO 9660* pa omogućava duže nazive datoteka, više od osam poddirektorija po direktoriju. Ovo proširenje je doneseno kako bi se omogućila modernija upotreba *ISO 9660* sistema datoteka.

Upotreba programa ISO Master

Program *ISO Master* je grafički interfejs za programe koji služe kreiranju i modifikovanju *.iso datotekama*. Pomoću ovog programa možemo lako kreirati *.iso* datoteke, u njih dodati ili brisati iz njih datoteke i direktorije. Veoma važno je da pomoću ovog programa možemo u postojeće *.iso* slike dodati zapis za boot kako bi se CD ili DVD sa takvom *.iso datotekom* mogao podići bez prethodnog podizanja operativnog sistema na čvrstom disku.

Ovaj program se može praktično i uspešno koristiti za manje modifikacije postojećih *.iso datotekama* na kojima se nalaze *Live CD* audio distribucije i u njih dodati direktoriji sa raznim sadržajima i sl. Na taj način na jednom kompakt disku umetnik ima operativni sistem sa programima kao i vežbe koje treba da obavi kako bi uvežbao korišćenje samog operativnog sistema i aplikacija koje treba da nauči da koristi. Prilikom ovakvog snimanja potrebno voditi računa o odnosu veličine *.iso* datoteke i kapaciteta medija na koji snimamo tu *.iso datoteku*.



ISO Master je program za lako kreiranje i upravljanje .iso datotekama

Ako želimo da kreiramo *.iso datoteku* u *Image* meniju odaberemo *New* i direktorije i datoteke i pritiskom kursora miša preko sličice sa strelicom na dole prebacimo odabranu datoteku ili direktorij u donji deo ekrana. Kad odaberemo datoteke i direktorije koje želimo da uvrstimo u našu *.iso* datoteku u meniju *Image* odaberemo *Save As* i tako odabrane datoteke i direktorije *ISO Master* sačuva tako što ih spremi u *.iso datoteku* sa nazivom koji smo dali toj *.iso datoteci*. Ukoliko želimo da dodamo datoteke ili direktorije u postojeću *.iso datoteku*, onda u meniju *Image* odaberemo *Open* i zatim na isti način dodajemo datoteke ili direktorije u postojeću *.iso datoteku*. Ako želimo da izbrišemo neku datoteku ili direktorij iz postojeće *.iso*

datoteke onda kliknemo na sličicu koja prikazuje plavu kantu za otpatke. Ako želimo da ekstrahiramo sadržaj nekog direktorija ili pojedinačnu datoteku iz postojeće *.iso datoteke* onda kursorom miša pritisnemo na sličicu sa crvenom strelicom na gore.

DVD - Savremeni medij za podatke

DVD skraćenica ima poreklo u dva termina različitog značenja. U prvoj verziji DVD znači *Digital Versatile Disc* dok u drugoj verziji DVD znači *Digital Video Disc*. U savremenoj svakodnevnoj upotrebi se podrazumeva da DVD označava Digital Video Disc iako u početku skraćenica DVD nije označavala prvenstveno namenu za snimanje video podataka. Naime, 1993.g. su postojala dva predložena formata za gusto upisivanje podataka. Jedan format je bio predložen od strane kompanija Sony i Philips i zvao se Multimedia Compact Disc, a drugi je bio Super Density Disc kojeg su predložile kompanije Toshiba, Hitachi, Time Warner, Pioneer, Thomson, JVC i Matsushita Electric. Sony i Philips su odustali od svog modela, ali je prihvaćen njihov način zaštite od ogrebotina i nečistoća od otisaka prstiju na površini medija. Zbog te zaštite umanjen je kapacitet DVD medija na 4.7 GB umesto prvobitno predviđenih 5 GB. Krajem 1995.g. se pojavljuje specifikacija za DVD - za video podatke i DVD ROM - za druge vrste kompjuterskih podataka. DVD medij je sličan CD mediju, DVD ima prečnik od 12cm, a postoji i takozvana mini verzija, prečnika 8 cm. Osnovna brzina 1X za DVD uređaje iznosi 1350 kB/s što je otprilike 9 puta više nego kod CD medija. Savremeni DVD uređaji mogu da upisuju podatke brzinama većim od 16X.

Brzina uređaja	Prenos podataka		Vreme pisanja za jednoslojni DVD
1X	10.55 Mbit/s	1.32 MB/s	61 min.
2X	21.09 Mbit/s	2.64MB/s	30 min.
4X	42.19 Mbit/s	5.27MB/s	15 min.
8X	84.38 Mbit/s	10.55MB/s	8 min.
16X	168.75Mbit/s	21.09 MB/s	4 min.

brzina prenos apodataka u toku snimanja i vremenska dužina snimanja

DVD medij može biti jednoslojni ili dvoslojni. Kod dvoslojnih medija slojevi se mogu nalaziti svaki sloj na jednoj strani, ali isto tako i dva sloja na svakoj strani što povećava kapacitet sadržanih podataka. Snimanje na drugi sloj se izvršava tako što laserski zrak prolazi kroz prvi poluprozirni sloj i upisuje podatke na drugi sloj.

Prečnik medija	Kapacitet za jedan sloj	Kapacitet za dva sloja
12 cm jednostrani	4.7 GB	8.54 GB
12 cm dvostrani	9.4 GB	17.08 GB
8 cm jednostrani	1.4 GB	2.6 GB
8cm dvostrani	2.8 GB	5.2 GB

razni kapaciteti u zavisnosti od broja i rasporeda slojeva za upis podataka na DVD medij

DVD medije za snimanje je napravila kompanija HP jer im je trebao medij za rezervne kopije podataka i prenošenje velike količine podataka sa jedne lokacije na drugu. Tada su definisana tri formata DVD medija DVD-R/RW (minus), DVD+R/RW (plus), DVD-RAM. Na RW DVD medije podaci se mogu se više puta pisati i brisati.

Video DVD

Video DVD je DVD sa snimljenim video podacima. Video DVD podržava 4:3 i 16:9 odnos horizontalne i vertikalne dimenzije slike sa rezolucijom od 720 X 480 po NTSC i 720 X 576 po PAL standardu. Video DVD podržava PAL zapise sa 29.97 okvira po sekundi kao i 25 okvira po sekundi.

Audio signal na Video DVD je snimljen po specifikaciji za film pa se koristi Dolby Digital (AC-3) ili se audio definiše kao višekanalni snimak, koji se obično definiše po 5.1 ili 7.1 standardima. Ovi standardi označavaju broj zvučnika raspoređenih u prostoru tako što su, na primer, dva ispred, dva iza, jedan u sredini, a jedan je neutralno pozicioniran jer služi za emitovanje najnižih frekvencija (*subwoofer*). Zvučnik za emitovanje najnižih frekvencija nema određenu poziciju jer čovek nije u stanju da prepozna različite lokacije jako niskih frekvencija.

Kod Video DVD audio snimak obično je snimljen rezolucijom od 16 bit i učestalosti odabiranja od 48 kHz ili 24 bit i učestalosti odabiranja od 96 kHz.

Audio DVD

Audio DVD je DVD medij sa snimljenim audio signalom koji je snimljen na rezoluciji od 24 bit i učestalostima odabiranja od 96 kHz ili čak 192 kHz. Ovakav format se predlaže za visokokvalitetne snimke muzike koja je bogata frekvencijama, dinamičkim oscilacijama i koja služi za kvalitetno slušanje. Većina profesionalnih zvučnih karti je u mogućnosti da snima audio signal na rezoluciji od 24 bit i učestalosti odabiranja od 96kHz ili 192 kHz.

Upotreba programa K3B

Program *K3B* je veoma popularan alat za snimanje podataka na CD i DVD. Ovaj alat je integrisani grafički interfejs za nekoliko programa za snimanje na CD, kreiranje *.iso slika* podataka, brisanje CD-RW medija, formatiranje DVD medija, peuzimanje video i drugih podataka sa video DVD-a itd. koji inače rade u terminalu. Ako u terminalu napišemo komandu:

```
cdrecord -v speed=24 dev=0,0,0 piano-concert.wav
```

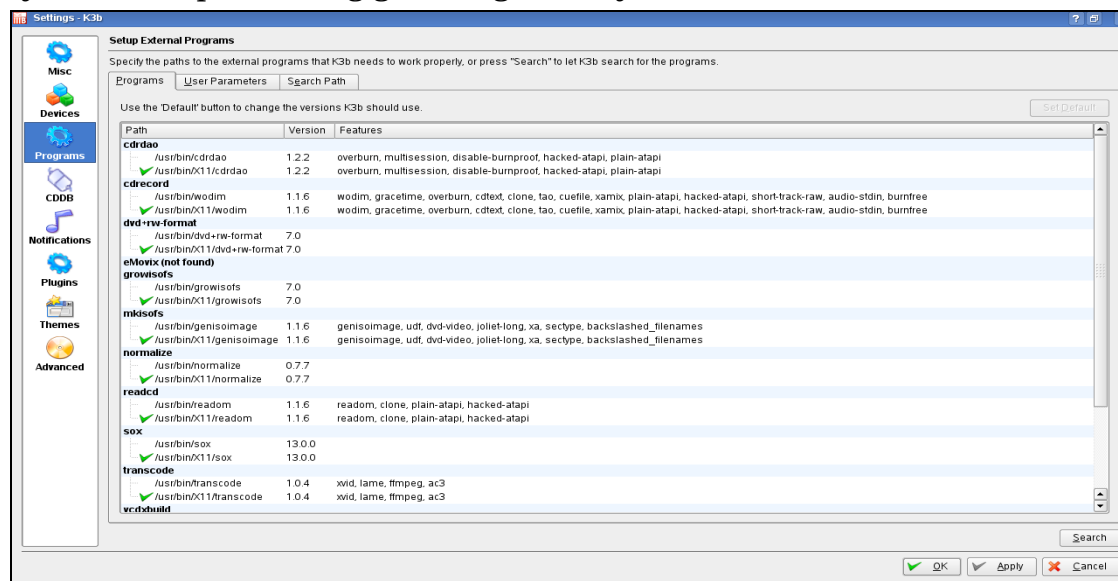
onda će se audio datoteka piano-concert.wav snimiti na CD pisač koji ima oznaku 0,0,0 brzinom 24, a program će nas informisati o toku snimanja.

Ako želimo da izbrišemo podatke na našem CDRW mediju onda bi trebalo u terminalu da napišemo komandu:

```
cdrecord -v speed=14 dev=0,0,0 blank=all
```

Za one kojima je teško da pišu te komande *K3B* je odlično rešenje pošto su u grafički interfejs integrisane opcije tih komandi. U meniju */Settings/Configure K3B* se može

detaljno podesiti rad programa. Ako u konfiguracionom delu odaberemo deo *Programs* onda ćemo videti ekran sa spiskom programa, koje *K3B* koristi da bi im se obratio za izvršenje komandi putem svog grafičkog interfejsa.



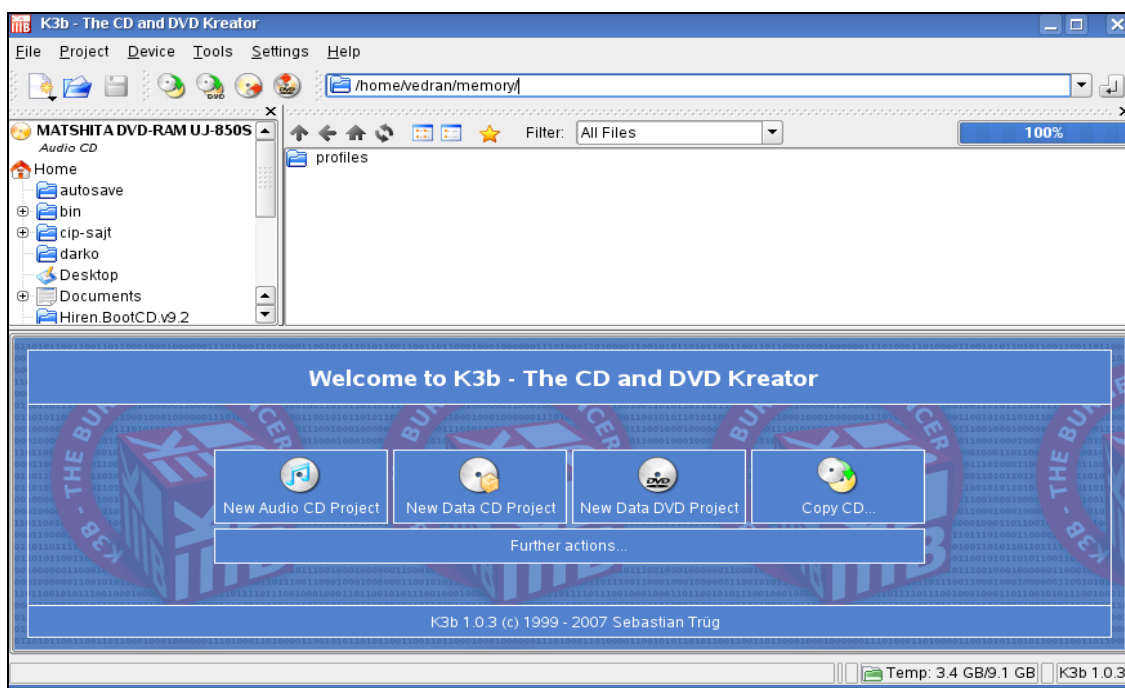
K3B je program koji se obraća drugim programima i njima upravlja preko sopstvenog grafičkog interfejsa

Iako tradicionalni korisnici GNU/Linux-a više vole izvršavanje komandi bez grafičkog interfejsa, poželjno je da umetnici prouče oba načina obavljanja operacija sa CD i DVD medijima.

Izvršavanje programa putem pisanja komandi u terminalu može biti veoma korisno kada se one obavljaju na udaljenom kompjuteru ili u mreži na kompjuteru koji nema monitor, koji ima lošiju grafičku kartu ili je osoba koja trenutno radi na tom kompjuteru zauzeta korišćenjem monitora u celini.

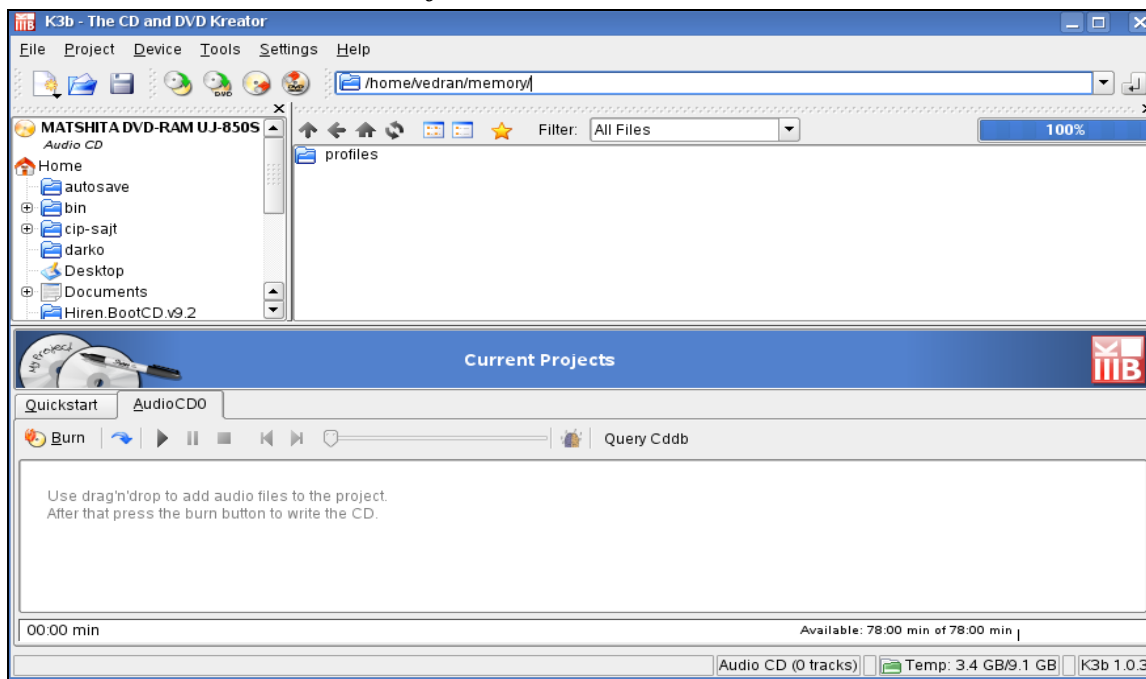
U situacijama kad se koriste ti programi dobro je koristiti *-v* opciju, koja omogućava detaljno informisanje o procesu snimanja. Proučavanje tih informacija može mnogo pomoći umetnicima da shvate proces snimanja na CD ili DVD medij.

Ukoliko je potrebno korišćenje grafičkog interfejsa program *K3B* omogućava obavljanje raznih operacija pomoću jako jednostavnog i intuitivnog grafičkog interfejsa.



grafički interfejs programa K3B omogućava laku upotrebu programa

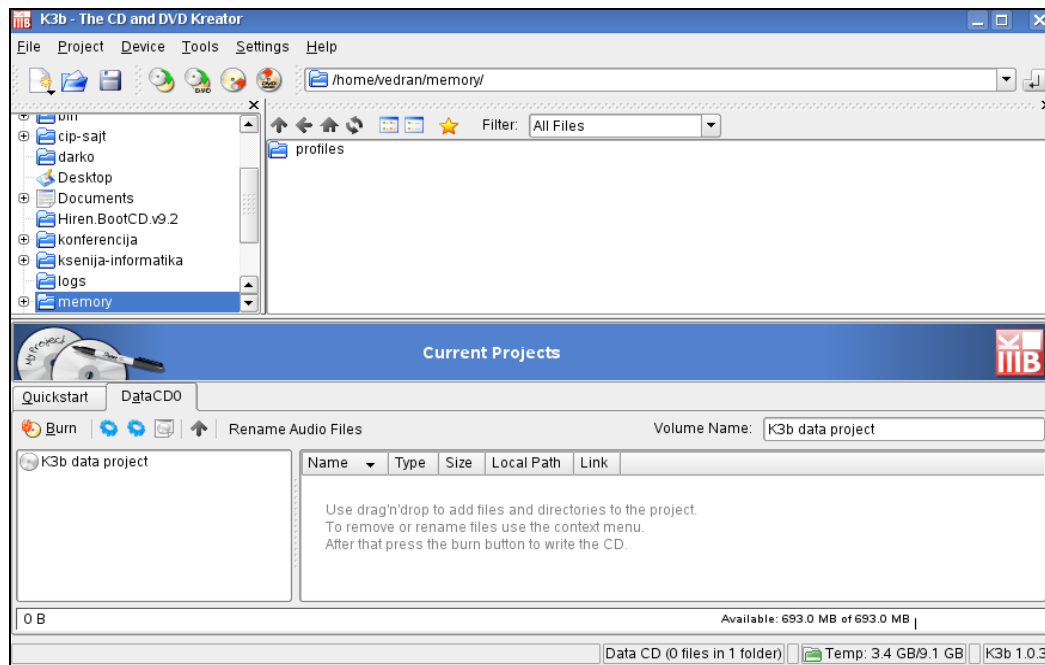
Ako želimo u programu *K3B* da snimimo audio datoteke na CD medij onda stavimo prazan CD medij u naš DVD ili CD pisač i u donjem delu ekrana programa *K3B* kliknemo na *New Audio Project*.



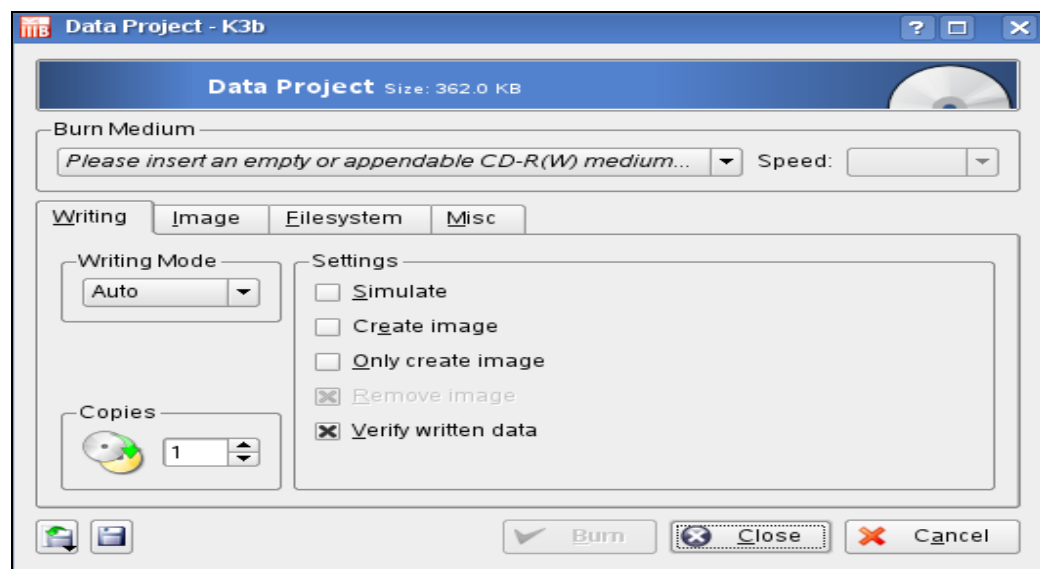
snimanje audio datoteka na CD je jednostavan postupak

Nakon toga nam se na ekranu pokaže ekran sličan, kao u drugim programima za snimanje na CD ili DVD medij. U gornjoj polovini ekrana odaberemo lokaciju gde se nalaze audio datoteke koje želimo snimiti na CD i prevučemo ih u donji deo ekrana držeći pritisnuto levo dugme miša. Nakon toga možemo pritisnuti sličicu na kojoj piše *Burn* u što automatski pokreće proces snimanja.

Ukoliko želimo na CD ili DVD medij da snimimo tekstualne ili grafičke datoteke ona na početnom ekranu programa *K3B* možemo da odaberemo *New Data CD Project* odnosno *New Data DVD Project*. Nakon toga će nam se pokazati ekran koji će u gornjem delu prikazati lokacije sa datotekama koje prevučemo u donji deo ekrana. Nakon prevlačenja u donji deo ekrana pritisnemo kursorom miša na ikonicu u levom gornjem uglu donjeg dela ekrana sa natpisom *Burn* i snimanje se automatski pokreće.



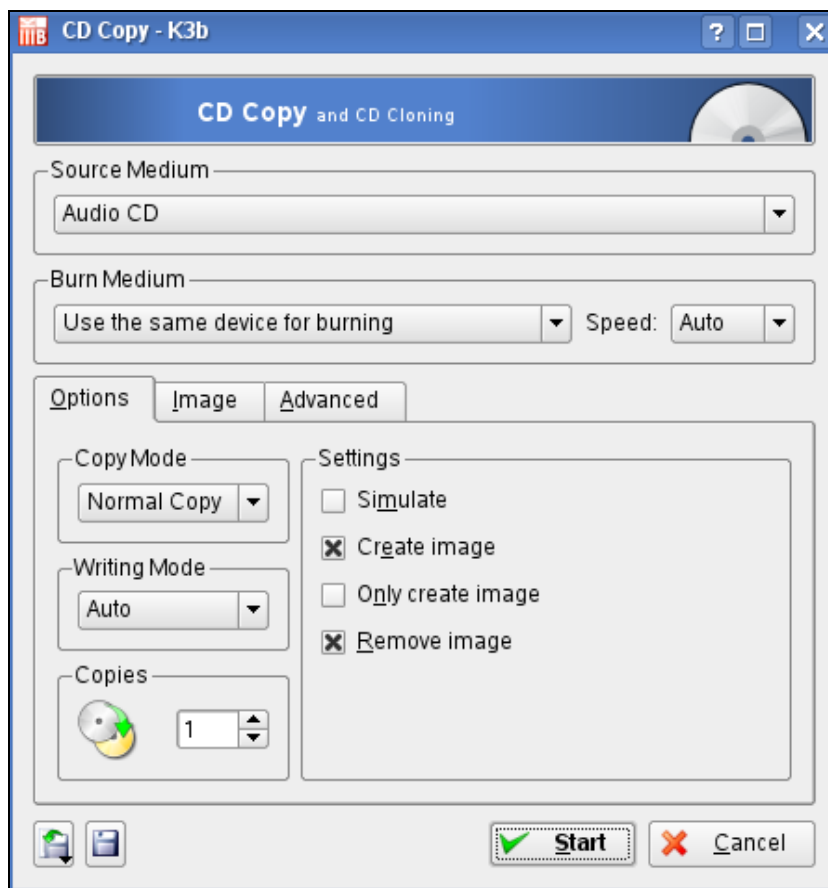
snimanje podataka na CD je jednostavno kao i za audio CD



fino podešavanje parametara snimanja podataka na CD medij

Pre nego *K3B* započne proces snimanja prikazaće nam ekran sa dodatnim parametrima za podešavanje parametara snimanja. S obzirom da je GNU/Linux prihvatio ideju UNIX-a da operativni sistem treba da bude i razvojno okruženje potrebno je dobro proučiti opciju snimanja *.iso slike (image)* nekih datoteka, jer se tako snimaju i distribucije GNU/Linux, kako bi se omogućilo dalja distribucija. Ovakvo

snimanje može biti korisno kako bi se umetnici osposobili da distribuiraju eventualne svoje verzije ili da svoje datoteke kod pripreme rezervnih kopija snimaju u obliku *.iso slika (image)*.



kod kopiranja CD-a K3B nudi mnogo opcija za razne oblike kopiranja

Kopiranje podataka sa CD medija može da postoji niz opcija koje mogu omogućiti veliku fleksibilnost i efikasnost u radu. Korišćenje opcije kreiranja *.iso slike* može biti pojašnjeno kroz moguće scenarije upotrebe tih opcija. Ako umetnik podesi da je lokacija smeštanja *.iso slike* npr. na lokaciji /mojamuzika/slike i ako se isključi opcija *Remove image (ukloni sliku)* onda se ta grupa podataka koja se nalazi u obliku *.iso slike* može naknadno kopirati bez posedovanja originalnog medija sa kojeg se prvobitno vršilo kopiranje. Ako je umetnik snimke svog performansa pretvorio u *.iso sliku*, onda dok je u toku putovanja na mesto performansa svoje audio snimke može dodatno distribuirati u već spremljenom obliku *.iso slike* koja se lako kopira na dodatni CD medij.

Ako je umetnik snimke svog performansa pretvorio u *.iso sliku*, u toku putovanja na mesto performansa, audio snimke može dodatno distribuirati u već spremljenom obliku *.iso slike* koja se lako kopira na dodatni CD medij. Iako je ta *.iso slika* prikazana kao jedna datoteka sa *.iso* nastavkom u nazivu datoteke nakon snimanja na CD medij će se sve audio datoteke snimiti kao da nije bilo posebne *.iso* datoteke i audio snimak će se čuti kao uobičajeni audio CD. Identična je procedura kad se druge vrste podataka snime kao *.iso slika* i kad se kao takvi snime na CD medij. Sve lokacije se sačuvaju na snimljenom mediju i vide u svom početnom obliku.

Baze podataka

Baza podataka u terminologiji označava program koji služi za kreiranje strukturiranih kolekcija podataka, ali i same strukturisane kolekcije podataka. S obzirom na njihovu strukturisanost interakcija korisnika sa takvim kolekcijama podataka je takođe strukturisan i određen oblikom tih baza podataka. Ovi programi su veoma zastupljeni u svakodnevnom korišćenju informacionih i komunikacionih tehnologija. Još početkom sedamdesetih godina dvadesetog veka *E.F. Codd* je radio na razvoju modela *relacionih baza podataka*. Od tada su se baze podataka razvile od običnih skladišta elektronskih podataka do dinamičnih i interaktivnih programa koje su prisutni u svakodnevnom korišćenju kompjutera. Baze podataka su do tada bile hijerarhijski sistemi datoteka, koji su bili prilično neefikasni, spori i teški za održavanje.

Relacioni model je promenio izgled baza podataka. *Relaciona baza podataka* se sastoji od jedne ili više tabela koje se sastoje od *redova* i *kolona*. Red sa podacima se često naziva *upisom*, a mesto gde se *red* i *kolona* presecaju se naziva *poljem*. Karakteristična osobina relacione baze podataka jeste *moгуćnost unakrsnog definisanja relacija - odnosa* između podataka koji se nalaze u jednoj ili više tabela. Pristup tabeli i njenim podacima u bazi podataka se odvija preko *upita (query)*. Bazom podataka i upitima upravlja *sistem za upravljanje i administriranje* baza podataka. Ovaj sistem na strukturiran način definiše pravo pristupa bazi, pravo izmene i čitanja podataka, upravljanje memorijom, korišćenje tehničkih resursa kompjutera, brisanje i ubacivanje upisa, tabela i sl.

Razvojem Interneta baze podataka postaju sastavni deo sajtova, a razvoj web aplikacija na osnovu baza podataka dobija sve veću popularnost i primenu u najrazličitijim oblastima delatnosti. Evidencije adresa, muzičkih dela, tekstova, kompozicija, vođenje radio programa, programi za učenje na daljinu, sistemi za poslovnu saradnju i razmenu podataka, enciklopedije, elektronske komercijalne aktivnosti, foto i video galerije, blogovi, forumi, četovi su sastavni deo Interneta, a veliki deo njihovog funkcionisanja zavisi upravo od baza podataka.

U okruženjima kompjuterskih mreža baze podataka su programi koji omogućavaju da više korisnika može istovremeno da koristi neku bazu podataka, ali isto tako da se može upravljati sa više baza podataka pomoću jedne instalacije programa za kreiranje baza podataka. Takva koncepcija se zove *server - klijent* koncepcija. Na taj način instalacija npr. MySQL baze je u stvari instalacija *MySQL servera*, a naknadno kreirane baze podataka su *klijenti*. Shodno mrežnom okruženju u kojem se operiše bazama podataka one prihvataju i mrežnu *server - klijent* koncepciju. Ovakva koncepcija značajno povećava tehničke kapacitete za upotrebljivost, pristup, upravljanje i administraciju baza podataka.

Najveći broj baza podataka se zasniva na programskom jeziku *SQL - Structured Query Language*, *Strukturisani jezik za upite*. Slobodan softver MySQL je kompatibilan sa standardom *ANSI92*. *ANSI* je skraćenica za *American National Standards Institute*, koji određuje razne standarde. Pravi termin za SQL standard je *ANSI SQL92*. Ovaj standard je usvojen 1992.g. i osnovni je standard za jezik koji koriste gotovo svi najveći sistemi za relacione baze podataka. Postoji i standard *ANSI*

SQL99 prema kojem se ravnaju programeri koji rade na razvoju MySQL-a. S obzirom na brzi razvoj MySQL-a očekuje se skoro postizanje kompatibilnosti i sa ANSI SQL 99.

Razvoj primene baza podataka je doveo do povećane upotrebe raznih programskih jezika i mogućnosti povezivanja sa raznorodnim *izvorima podataka (data source)*. *Izvori podataka* mogu biti na primer drugi sistemi za baze podataka. Kako bi se uspostavila konekcija sa tim izvorima podataka i korišćenjem programskog jezika kao što je perl, potrebno je da postoje *pokretački programi, (driver)*, posebno napravljeni za tu namenu. Da bi se optimalno koristile konekcije prema raznim izvorima podataka potrebno je obezbediti da veze sa tim izvorima podataka koje trenutno nisu u upotrebi nemoraju da se brišu nego se resursi mogu koristiti za druga povezivanja sa izvorima podataka (*driver poll*). Dakle, ako neka veza prema nekom specifičnom izvoru podataka nije potrebna, na primer 140 sekundi, onda ona neće biti izbrisana nego se može koristiti za povezivanja sa drugim izvorom podataka. Vreme nepovezanosti mogu definisati sami korisnici. Ovakva fleksibilnost pokazuje kako savremene baze podataka mogu da obavljaju izrazito napredne funkcije.

Pojava i razvoj slobodnog softvera imaju snažan uticaj na rasprostranjenost baza podataka i drugih programa potrebnih za uspješno funkcionisanje baza podataka. Programi za kreiranje baza podataka kao što su *MySQL, Postgres, SQLite* web serveri *Apache, Tomcat*, te programski jezici kao što su *PHP, Perl, Python* upotpunili su neophodne uslove za uspešnu primenu baza podataka kako na lokalnim kompjuterima tako i u mrežama i Internet sajtovima. Aplikacije kao što su *OpenOffice* imaju integrisane module za kreiranje i održavanje baza podataka, a posebni programi za administriranje baza podataka kao što su *phpMyAdmin, MySQLadmin, Kexi* i brojni drugi omogućavaju i prosečnom korisniku da veoma lako kreira baze podataka i da njima uspešno upravlja.

Posebnu olakšicu u pripremi okruženja za rad sa bazama podataka čini kolekcija programa *XAMPP*, koja je nastala kao pozitivan odgovor na potrebu lakog instaliranja web servera, PHP jezika, MySQL, phpMyAdmin i neophodnih Perl i drugih modula za uspešno upravljanje bazama podataka. *XAMPP* je kolekcija svih neophodnih programa za instaliranje celokupnog okruženja za bazu podataka, koja se instalira automatski tako da korisniku nije potrebno da poznaje tehničke detalje celokupnog okruženja. Naravno, dodatno znanje nije na odmet pošto se većina korisnika veoma brzo navikava na upotrebu baza podataka, a profesionalni razvoj učenika i studenata zahteva sistematizaciju podataka i informacija radi uspešnog kreiranja i objavljivanja dokumenata i datoteka koji služe uspešnom karijernom vođenju i realizaciji veština, znanja i usluga koje učenici mogu da uče spremajući se za profesionalni razvoj i zapošljavanje odnosno samozapošljavanje.

Priprema za kreiranje baze podataka

Da bi se kreirala baza podataka potrebno je da se prethodno razradi koncepcija baze te njen izgled prema njenoj nameni i vrsti podataka koje ona treba da ima u sebi. Veoma je važno da se ovaj deo što kvalitetnije napravi radi lakšeg kreiranja baze podataka i unosa podataka. Moguće je i kasnije menjati strukturu i odnose u bazi podataka, ali to može biti dosta komplikovano ako priprema nije valjano napravljena.

Način organizovanja i strukturiranja podataka treba da podleže pravilima jednostavnosti, jasnoće i lakoće pretraživanja baze podataka.

Kako bi se baza podataka dobro planirala i oblikovala uputno je skicirati *proces* koji se u bazi opisuje
pravila koja određuju šta u bazi sme, a šta ne sme da se desi
objekte koji postoje u nameni baze podataka

Ako pravimo kolekciju partitura ili kompakt diskova za muzičku školu onda je veoma važno odrediti šta može da traži korisnik baze podataka koji u njoj želi da pronađe neku partituru ili bibliografske podatke o njoj. U tom delu procesa neki umetnik može da traži podatke o nekoj kompoziciji, kompozitoru, vremenskom periodu kojem pripada, muzičkom obliku i sl. Dakle, ako umetnik zatraži pozajmljivanje kompakt diska sa nekom kompozicijom iz školske biblioteke, onda je važno da se odmah nakon odobrenja upiše u bazu da je kompakt disk njemu izdat, i da se u biblioteci umesto prethodnih X kompakti diskova sa snimkom izvođenja tog muzičkog dela sada nalazi X-1 kompakt disk sa izvođenjem tog muzičkog dela.

Ovaj scenario ukratko opisuje *proces* u korišćenju baze podataka. Isto tako može biti važno kao *pravilo* da ako je dotični umetnik prethodno pozajmio iz školske biblioteke 8 kompakt diskova i nije ih vratio, iako je istekao rok za vraćanje onda baza podataka može da upozori bibliotekara i umetnika o tome, te da spreči pozajmicu, izdavanje narednog kompakt diska iz školske biblioteke. Ovakvo i slična pravila treba da budu utvrđena kako bi se moglo u bazi definisati pravilo korišćenja informacija koji se nalaze u bazi podataka.

Navedeni primeri *procesa* i *pravila* imaju puni smisao ako smo definisali *objekte* koji su suština korišćenja baze podataka. U našem slučaju *objekti* mogu biti kompakt disk, potvrda o upisanoj školskoj godini, potvrda o plaćenju članarini za biblioteku i sl.

Pored svih razmišljanja i planiranja baze podataka potrebno je uvek imati na umu da baza treba biti što jednostavnija kako bi njeno korišćenje bilo lako za korisnika. *Lakoća korišćenja je jedan od najvažnijih kriterija prilikom kreiranja baze podataka.*

Za vežbanje i razumevanje kreiranja baze podataka potrebno je uzeti primer koji je vezan sa samim nastavnim planom i aktivnostima same muzičke škole iz gore navedenog primera.

U našem primeru ćemo pokazati pojednostavljen način kreiranja baze koja u sebi sadrži podatke o kolekciji kompakt diskova u muzičkoj školi. Za tu svrhu nam je potrebno da znamo ime kompozitora (npr. Betoven), muzički oblik (npr. sonata), naziv kompakt diska (npr. Kolekcija sonata), izdavača kompakt diska (npr. Filips), istorijski period kojem pripada kompozitor i možda još neke podatke u zavisnosti od namene baze podataka. Ukoliko muzička škola ima veliku kolekciju kompakt diskova potrebno je obezbediti da se pretraživanje može obavljati po nekoj od ključnih reči kako bi se lakše izlistali na primer kompozitori koji pripadaju baroku, kako bi se izlistale sve sonate što će znatno ubrzati dolazak do željenog rezultata pretraživanja baze podataka. Važno je znati da će program *pretražiti* (*skenirati*) sve redove u tabeli kako bi pronašao zahtevanu informaciju. Da bi se pristupilo brže nekoj informaciji u tabeli mogu se definisati *indeksi* ili *ključevi* pomoću kojih će se pretraživanje obaviti

efikasnije. *Indeksiranje* je postupak koji može biti veoma koristan ako tražimo kompozitora koji pripada periodu baroka. Drugim rečima ako postavimo upit:

nađi kompozitora koji pripada baroku

tada je važno da kolona koja sadrži podatke o razdobljima bude indeksirana. Indeksiranje je poželjno ako je baza podataka napravljena, tako da su neke kolone definisane da bitno sužavaju broj traženih informacija. Može biti korisno da se kompozitori traže po prezimenu. Veoma mali broj kompozitora ima prezime Bach, što znatno olakšava traženje u samoj bazi podataka. Indeksiranje nije potrebno ako su baze podataka male i neće značajno rasti. Indeksiranje nije potrebno ni u slučaju ako bi indeks bio suviše opšti, jer je skoro isto dolazi li se do informacije pretragom pomoću indeksa ili skeniranjem cele tabele sa podacima.

Kreiranje baze podataka u programu OpenOffice

OpenOffice je aplikacija, koja u sebi ima razvijene aplikacije za pisanje i obradu teksta, tabelarne račune, prezentacije, crtanje i kreiranje baza podataka. Kompatibilna je sa gotovo svim poznatim formatima datoteka (.doc, .xls, .ppt i sl.) pomoću svojih veoma naprednih funkcija i lakim za korišćenje, *OpenOffice* može da posluži kao uspešna zamena za vlasnički softver.

OpenOffice može da funkcioniše u mrežnom okruženju, pa može da posluži za upravljanje raznih evidencija u administriranju aktivnosti u školi, pozorištu, muzeju, fakultetu. Takođe može da posluži i za periodične i kratkotrajne aktivnosti, te se mogu kreirati baze podataka vezane, na primer, za razna takmičenja, festivale, izložbe, putovanja, koncerte, sadržaj fonoteke i slično.

Nakon vežbanja umetnici će moći da prave svoje baze podataka koje im mogu koristiti u upravljanju proizvedenih sadržaja. Veoma lako se mogu kreirati: baze podataka sa podacima o kolekcijama kompakt diskova, spiskovi koncerata, bibliografske evidencije radova iz teorije muzike, etnomuzikologije ili drugih disciplina, konkursi, stipendije, festivali i slično.

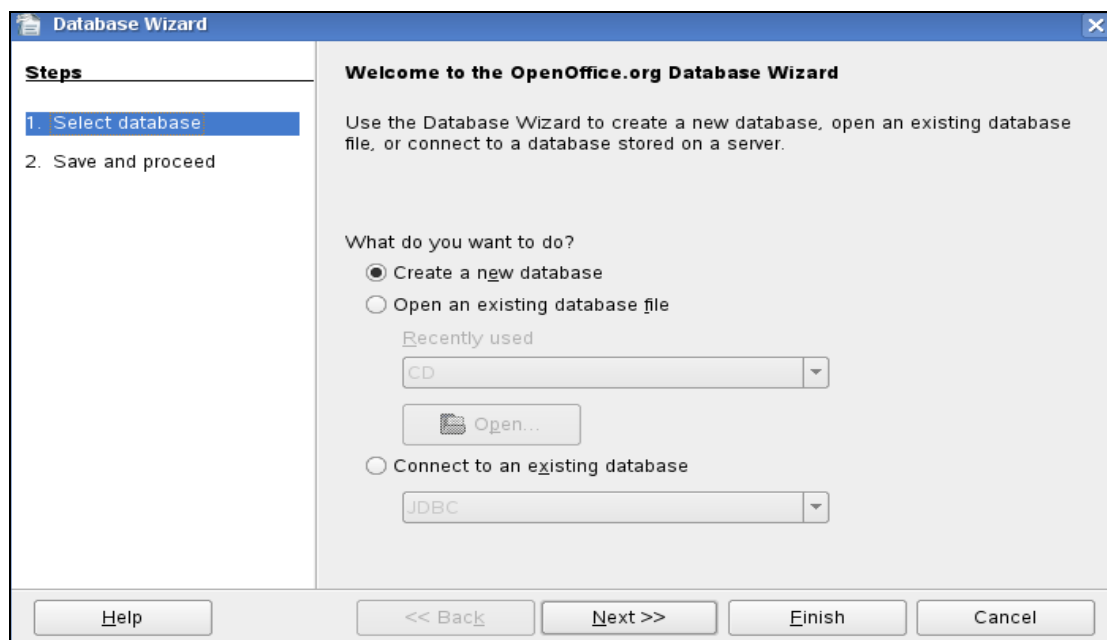
Baza podataka je aplikacija i sistem. Da bi se uspešno koristila bez obzira na niz olakšica ona zahteva sistemsko i mrežno razmišljanje za potpuno razumevanje njenog funkcionisanja i približavanja njene funkcionalnosti korisniku, koji ne mora biti tehnički obrazovan.

Vežbe u crtanju - mapiranju koncepcije arhiviranja podataka i osmišljavanja baze podataka će biti od velike pomoći u primeni takve vizije u praksi. Sistematičnost u planiranju, pripremi, kreiranju i održavanju baze podataka kao i podataka koji su uneseni u nju čine bazu živom i motiviše korisnike da je koriste. Prilikom vežbanja kreiranja baze podataka potrebno je da umetnici zaista unose cele i potpune podatke umesto da olako steknu utisak o bazi podataka. Unošenjem celih podataka, stiče se iskustvo i znanje o vrstama podataka, njihovom funkcionisanju, mogućim potrebama da se baza koncepcijski izmeni te o doslednosti u primeni koncepcije i unosa podataka. Ukoliko se baza podataka ne održava i ne ažuriraju uredno sva znanja, olakšice, pomoćni šabloni neće biti od pomoći, a korisnici će prestati da je koriste.

Da bi se kreirala baza podataka u programu OpenOffice potrebno je u *File* meniju odabrati *New*, pa odmah zatim *Database*. Time se pokreće *Wizard*

(Čarobnjak) za kreiranje baza podataka, koji nam omogućava da jednostavno i lako obavimo aktivnosti koje bi inače zahtevale mnogo vremena i posedovanje daleko većeg znanja i veština nego što ih ima prosečan korisnik. Iako sam *Wizard* značajno olakšava sam rad, važno je da se prethodno napravi dobra priprema kako bi učenici razumeli šta oni rade te da funkcija čarobnjaka (*Wizarda*) ne zameni razumevanje rada nego da olakša ohrabrivanje i motivaciju u kreiranju prvih baza podataka.

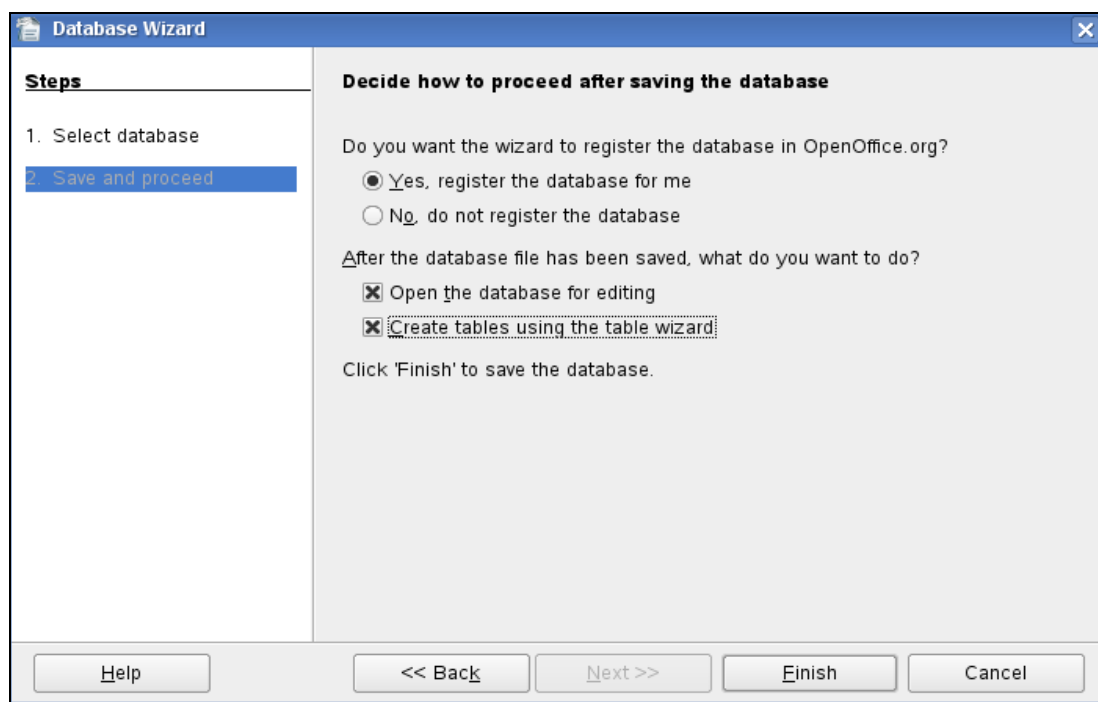
Nakon pokretanja wizard-a (čarobnjaka) na ekranu će da se pojavi sledeći upit:



prikaz ekrana u programu OpenOffice pomoću kojeg započinjemo proces kreiranja baze podataka

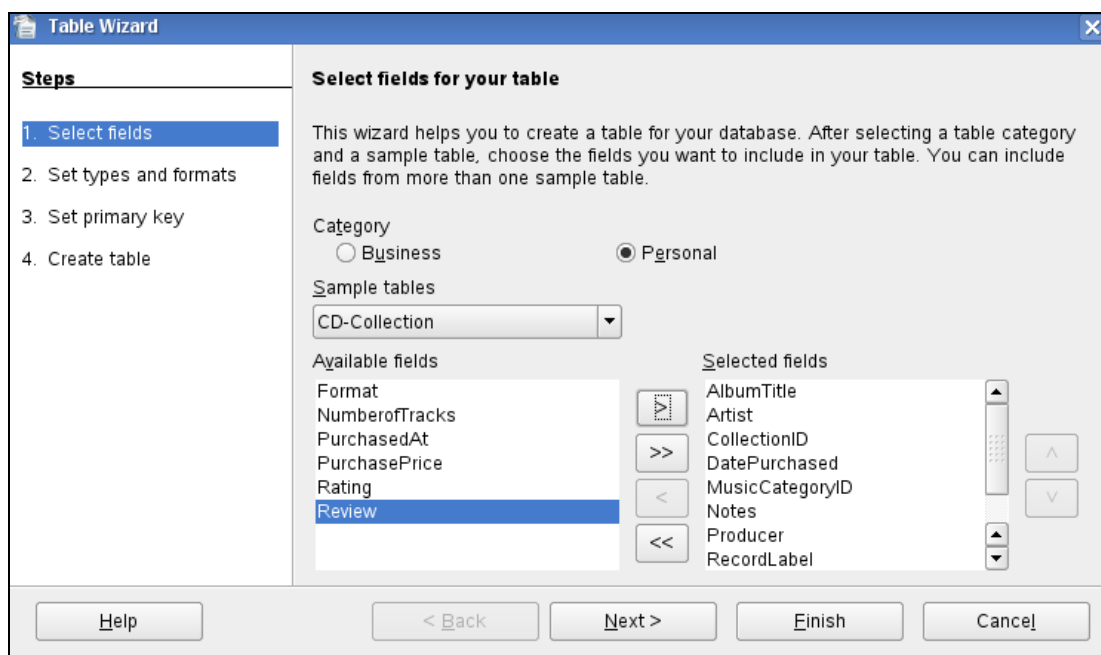
Ukoliko želimo da kreiramo bazu podataka koja do tada nije postojala onda možemo da odaberemo *Create a new database* opciju i da pritisnemo *Next*. Isto tako možemo da otvorimo već postojeću bazu podataka ili da se putem upravljačkog programa spojimo na već postojeću bazu podataka koju smo kreirali korišćenjem MySQL ili nekog drugog programa za baze podataka.

Na taj način umetnici mogu da se u raznim institucijama kulture u saradnji sa administratorima sistema lako usklade radi upotrebe baza podataka iako su one prvenstveno kreirane u posebnim programima.



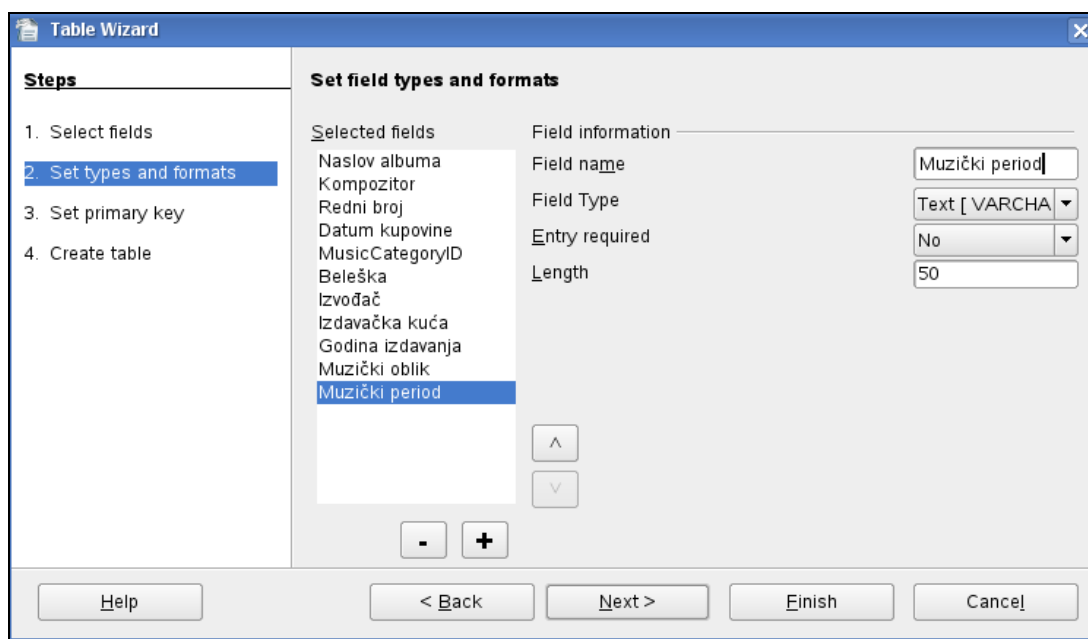
definisanje procesa rada na bazi podataka nakon samog kreiranja

Da bi uspešno krenuli sa detaljnim oblikovanjem baze podataka potrebno je da bazu podataka registrujemo, te da omogućimo da se ona otvori za promene, te da se tabele kreiraju uz pomoć čarobnjaka za tabele da bi ceo postupak bio jednostavniji i lakši za učenje. Da bi lakše kreirali našu bazu podataka možemo da koristimo neki od raspoloživih šablona. Odabrali smo šablon za kolekciju kompaktnih diskova. Odabrana polja se prebacuju pojedinačno pritiskanjem na dugme >, vraćaju se nazad pritiskanjem na dugme <. Ako želimo da sva polja odaberemo i uvrstimo u našu bazu podataka onda je dovoljno da pritisnemo dugme >>.



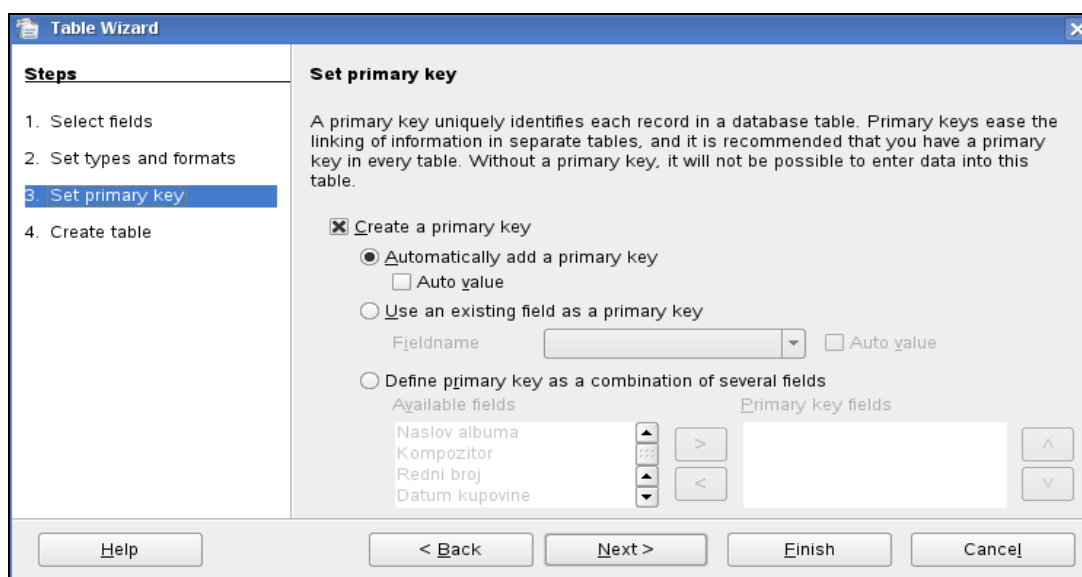
moгућност odabiranja polja iz postojećег šablona

Svakom odabranom polju možemo da promenimo ime prema našim potrebama. Tip podataka koji će se unositi u polja se definiše pomoću *Field Type* menija.



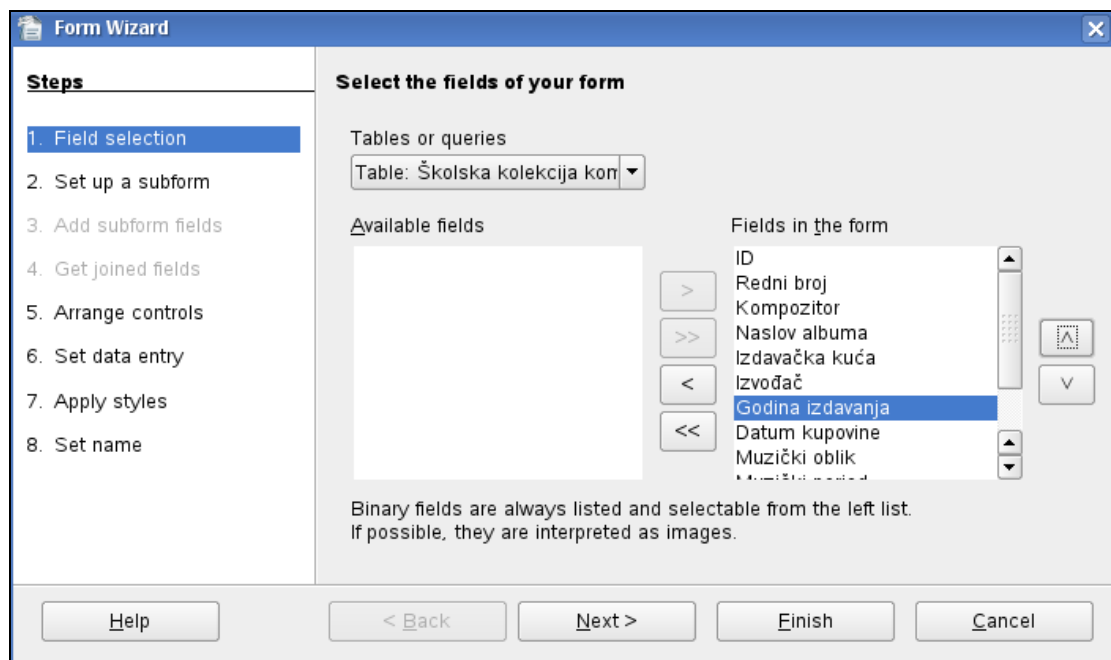
promena naziva polja i tipa podataka je jednostavna za svakog umetnika

Pretpostavljene vrednosti su najčešće odgovarajuće. U našim bazama podataka ćemo za datum koristiti tip *Date (datum)*, za nazive kompakt diskova ćemo koristiti *Text VARCHAR (tekst)*, za redni broj ćemo koristiti *INTEGER (celi broj)*, za belešku *Memo LONGVARCHAR (duži tekst)* i sl. Ovakav izbor je veoma logičan i ne zahteva posebnu edukaciju za razumevanje ovih parametara. Sledeći korak se odnosi na indeksiranje i kreiranje primarnog ključa pa je za sada dovoljno da se kreira automatski, jer je potrebno izvesno iskustvo za potpuno razumevanje definisanja *primarnog ključa*.



svrha primarnog ključa ovisi o nameni, veličini i tipu baze podataka

U sledećem koraku ćemo da definišemo polja za formu/obrazac kroz koji ćemo unositi podatke u našu bazu podataka. Način kreiranja polja je potpuno isti kao kod kreiranja polja za tabelu u našoj bazi.

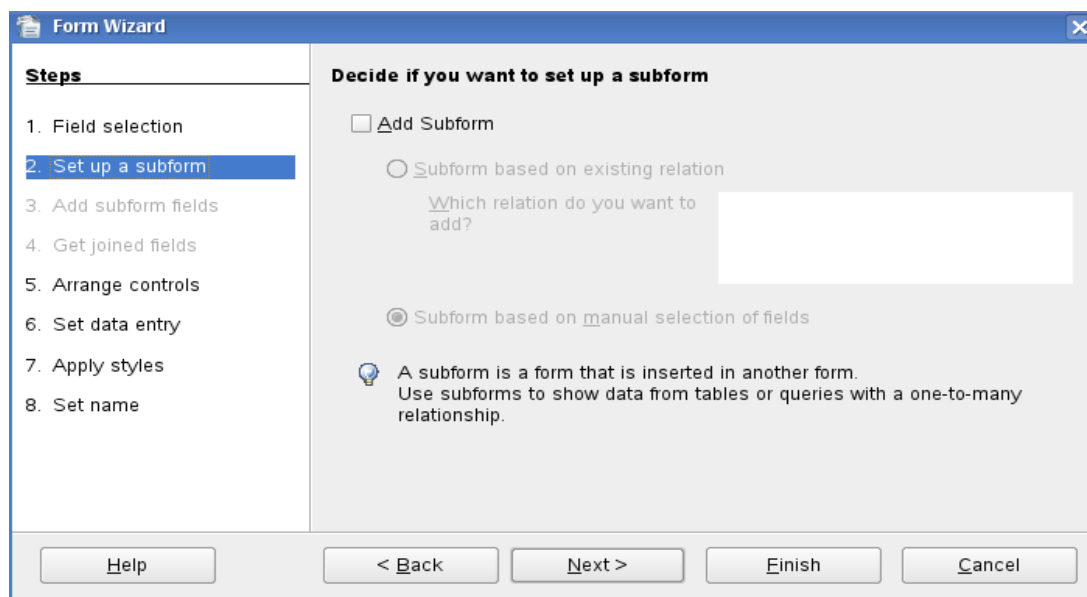


kreiranje polja u formi / obrascu za unošenje podataka u bazu je isti kao za kreiranje polja za tabelu u bazi podataka

Redosled polja se definiše tako da se pomak na gore izvrši pritiskom na dugme ∇ a pomak na dole se izvrši pritiskom na dugme \wedge

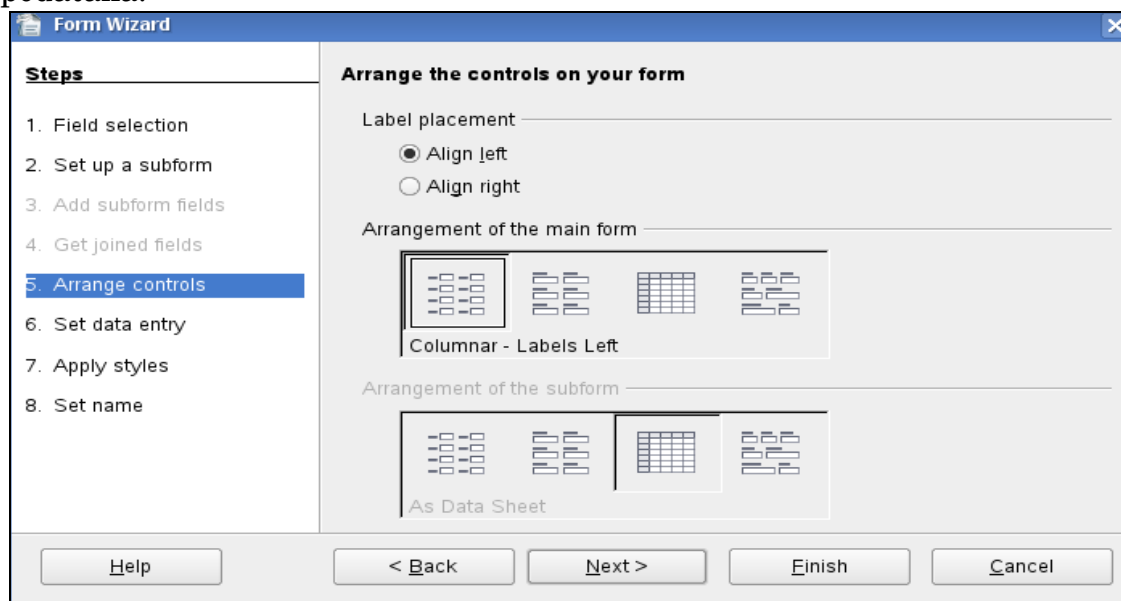
Nakon podešavanja redosleda pritisnemo na *Next*, kako bismo nastavili sa kreiranjem naše baze podataka i tada se na ekranu pojavi mogućnost da kreiramo podforme/podobrasce.

Kreiranje podformi/podobrazaca je važno ako se radi o kompleksnim podacima i dodatnim detaljnijim podacima za neku od formi. U našem slučaju nisu potrebne podforme/podobrasci. Podforme/podobrasci su opravdani, ako su zaista neophodne. Kod oblikovanja baze podataka moramo imati na umu da je jednostavnost među najvažnijim osbinama svake baze podataka.



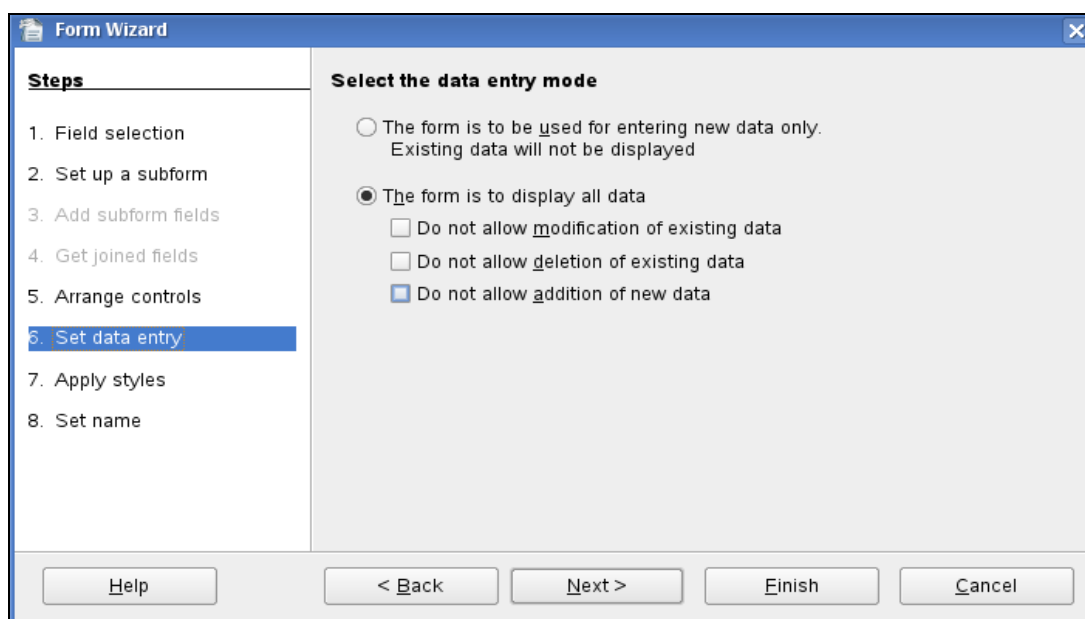
moгућност kreiranja podformi je lako izvodiva ako je podforma zaista neophodna

Nakon što se odlučimo o eventualnoj potrebi podforme/podobrasca koja u našem slučaju nije potrebna ostaje nam da odredimo vizuelni deo prikaza same forme/obrasca odnosno naslova za svako polje u njoj. Odabiranjem jednog od ponuđenih rešenja konačno definišemo izgled naše forme/obrasca. Nakon definisanja izgleda forme/obrasca predstoji nam da odredimo prava korisnika u upotrebi forme/obrasca i baze podataka.



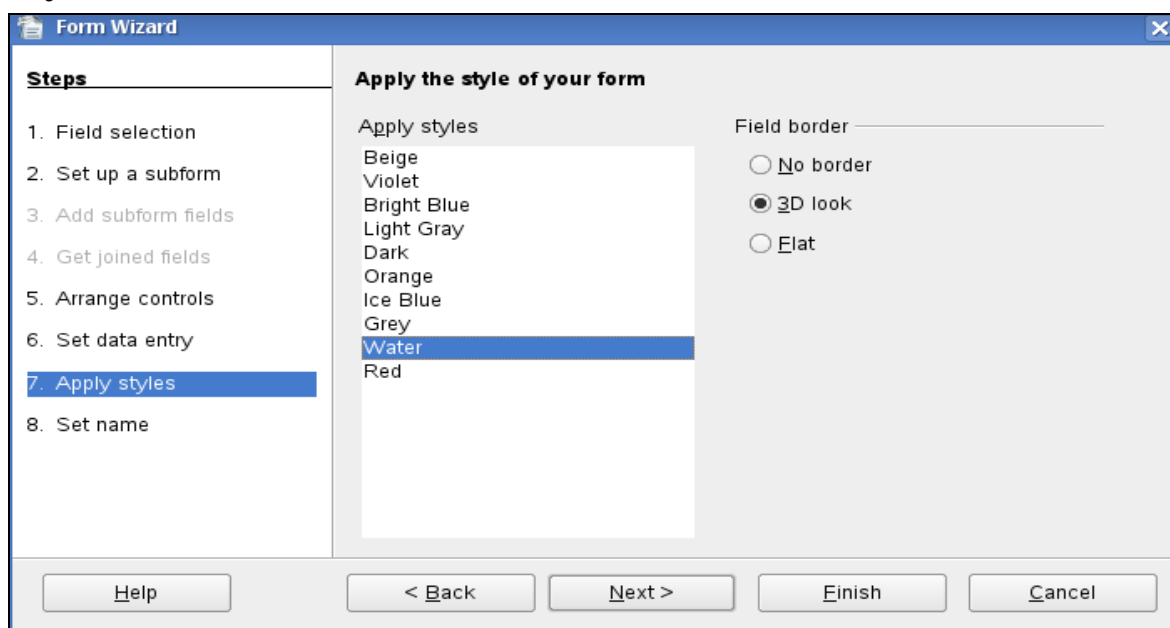
šabloni izgleda forme su unaopred ponuđeni

Da bismo sačuvali našu bazu od nestručnog unošenja podataka potrebno je definisati da li korisnik ima pravo da briše postojeće podatke, modifikaciju postojećih podataka, dodavanje novih podataka.



određivanje prava unosa, brisanja ili modifikovanja podataka je važan deo definisanja za svaku bazu podataka

Nakon određivanja prava upravljanja podacima u formi/obrascu potrebno je u konačniciodrediti i boju forme/obrasca te način predstavljanja polja. U ovom koraku je važno poštovati lične preference korisnika kako bi rad sa bazom podataka bio što udobniji.



kod određivanja boje forme/obrasca treba voditi računa i o ergonomskim kriterijima i preferencama korisnika

Nakon određivanja boje forme/obrasca i vizualne prezentacije polja ostalo nam je samo da odredimo da li ćemo odmah započeti sa unosom podataka ili ćemo i dalje da menjamo formu/obrazac. Iako je menjanje forme/obrasca moguće uvek je poželjno da je priprema i planiranje dovoljno dobro obavljeno kako bi se kasnije što manje menjao izgled i struktura baze podataka. Kvalitetna priprema i planiranje će nam uštediti

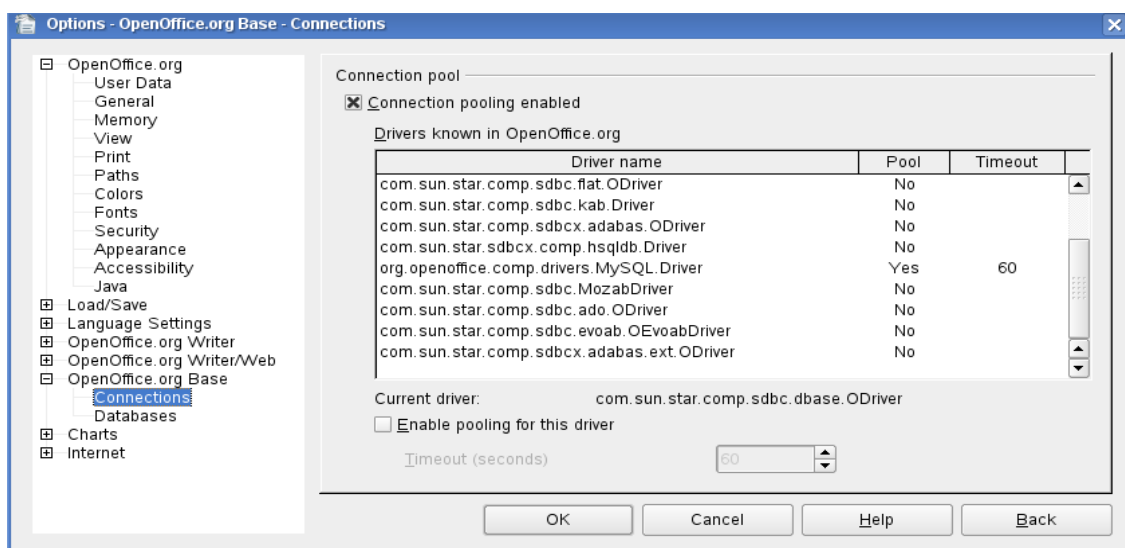
mnogo vremena u kasnijem radu sa bazom podataka. Naziv forme/obrasca se lako unosi u prazno polje. Važno je imati na umu da naziv forme/obrasca treba da bude jasan i samorazumljiv svakom korisniku kako bi svaki korisnik pristupio radu sa bazom bez otežavajućih motivacionih faktora.

naziv forme treba da bude jasan i razumljiv za svakog korisnika

Gotova forma/obrazac je spreman za unos podataka. Pritiskanjem na dugmiće ispod forme/obrasca moguće je vršiti razne načine sortiranja podataka po abecednom redu, raznim kriterijima, a zatim i pretraživanje baze. OpenOffice je opremljen moćnim alatima i za veoma kompleksne baze podataka tako da on svojim tehničkim mogućnostima premašuje potrebe prosečnog korisnika.

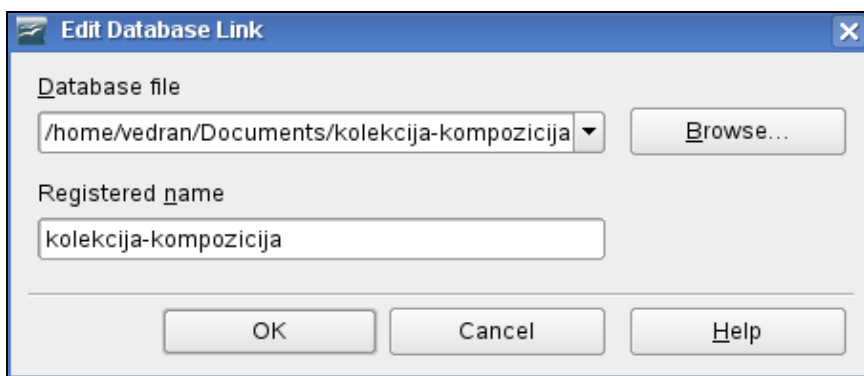
forma /obrazac je spreman za unos podataka i razne oblike pretraživanja i sortiranja podataka

Ukoliko postoji potreba da se OpenOffice koristi za pristup *izvorima podataka* (*data source*) iz različitih baza podataka može se u meniju *Tools/Options/OpenOffice.org Base* podesiti vreme za pojedine veze u kojem veza neće biti izbrisana nego se može upotrebiti za povezivanje sa drugim izvorom podataka.



moгуćnost upravljanja vezama sa izvorima podataka u programu OpenOffice

U meniju *Tools/Options/OpenOffice.org Base* mogu se videti postojeće baze podataka u našem kompjuteru, svakoj od baza se može promeniti naziv po kojem je baza registrovana.



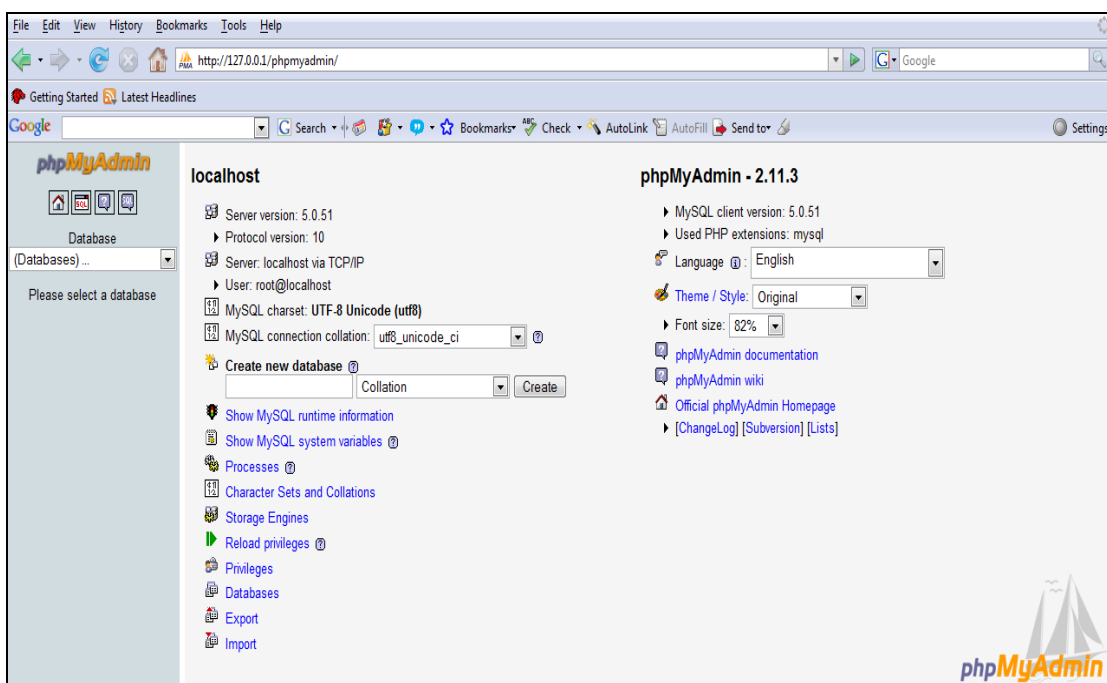
promena naziva registrovane baze podataka je jednostavan i brz

Upravljanje bazom podataka putem web interfejsa

S obzirom na mrežnu koncepciju baze podataka i njenu spremnost za mrežno i višekorisničko korišćenje web interfejs se pokazao kao logičan izbor za administriranje baze podataka. Iako postoje razni načini administriranja baze podataka putem web interfejsa, aplikacija *phpMyAdmin* se pokazala veoma uspešnom i raširenom u kreiranju i upravljanju *MySQL* bazom podataka. (Slične aplikacije postoje i za administriranje drugih baza podataka kao što je *Postgres*). Ona je jako pogodna jer web interfejs ne mora samo da podrazumeva upravljanje baze instaliranom na lokalnom kompjuteru ili u lokalnoj mreži nego i na udaljenim kompjuterima na Internetu. Aplikacija *phpMyAdmin* je sastavni deo paketa *XAMPP* koji smo prethodno

pomenuli, a postoji i kao samostalna aplikacija za korišćenje na lokalnom kompjuteru, lokalnoj mreži ili na Internetu. Ona je kao web aplikacija *neutralna (agnostična)* u odnosu na operativni sistem pa se lako može koristiti u raznim okruženjima i zadržati svoju funkcionalnost u potpunosti.

Ukoliko je *phpMyAdmin* instaliran na lokalnom kompjuteru dovoljno je kao adresu navesti lokalnu *IP adresu 127.0.0.1* i navesti lokaciju gde je instaliran. U našem slučaju to je <http://127.0.0.1/phpmyadmin/>. Na početnoj strani se može kreirati nova baza podataka odrediti kodni raspored u njoj, posetiti strana sa dokumentacijom u kojoj je objašnjeno korišćenje *phpMyAdmin* aplikacije. Na početnoj strani je moguće otići na druge strane gde se reguliše uvoz i izvoz baza podataka u raznim formatima, detaljno administriranje tabela u bazama podataka te razni načini finog podešavanja *MySQL* parametara. Ovako detaljna administracija koja se obavlja preko web interfejsa je pravi primer upotrebe web interfejsa u mrežnoj koncepciji primene baze podataka.

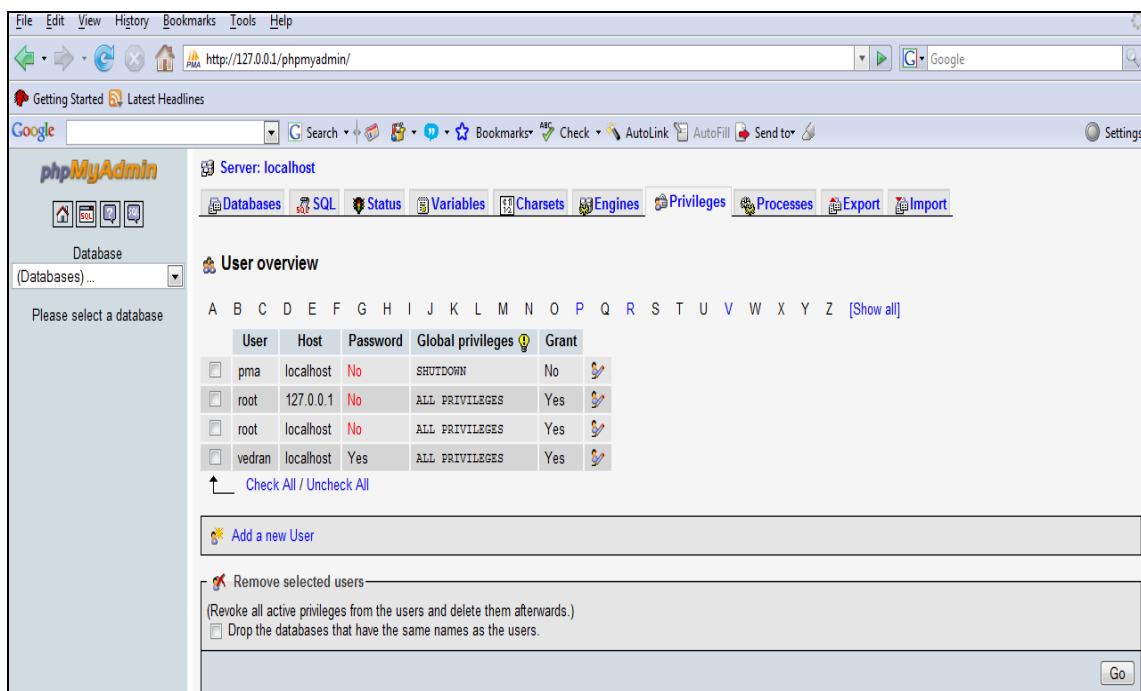


početna strana phpMyAdmin za administriranje baza podataka

Odmah na početku korišćenja aplikacije *phpMyAdmin* veoma je važno da se definiše koji korisnici mogu da administriraju baze podataka i koja ovlašćenja im dodeljujemo. Na prvoj strani definisanja korisnika nalazi se spisak korisnika. Do ove strane se dolazi pritiskom na *Privileges (privilegije)* na početnoj strani.

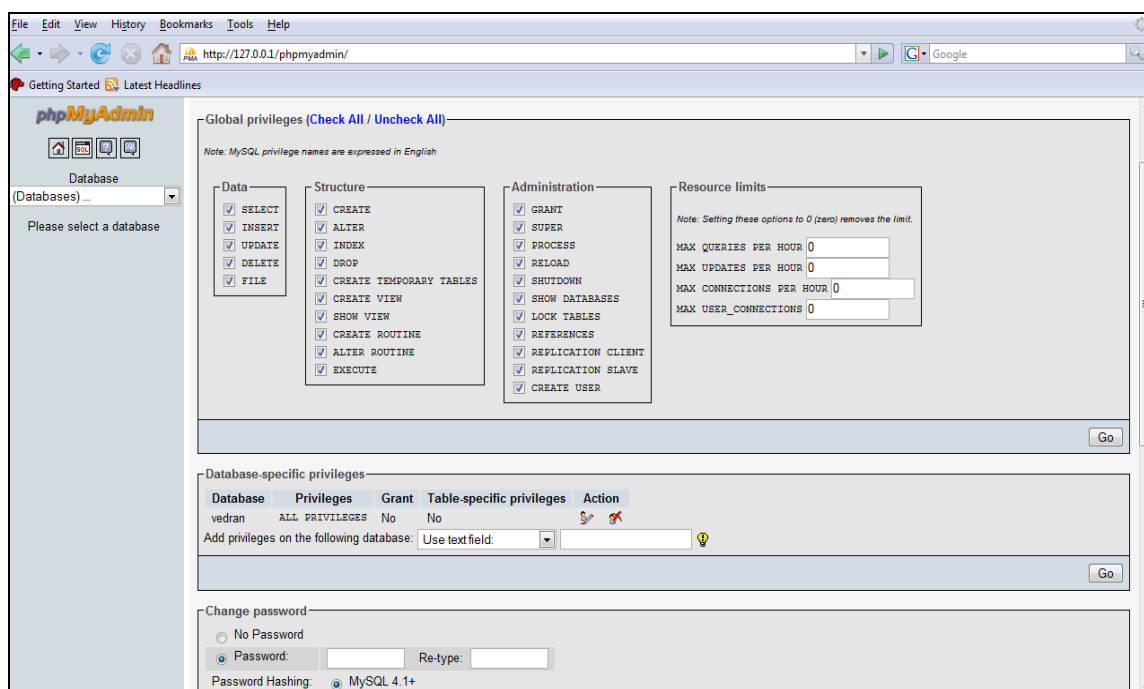
Na ovoj strani možemo dodavati nove korisnike, brisati postojeće korisnike, pregledavati ih po abecednom redu i, radi lakše administracije, brisati baze podataka koje imaju isti naziv, kao i ime korisnika. To je važno radi lakšeg održavanja celokupnog sistema i brisanja baza podataka koje nisu u upotrebi.

Specifično je za ovaj interfejs da se odlaskom na ovu stranu i druge podstrane izgled početne strane, koja izgleda kao sajt, menja i sada se opcije odlazaka na podstrane pokazuje u obliku tabova/kartica u gornjem delu strane što omogućava lak prelazak sa jednog skupa administrativnih mogućnosti na drugi skup mogućnosti.



prva strana definisanja korisnika i njihovih prava

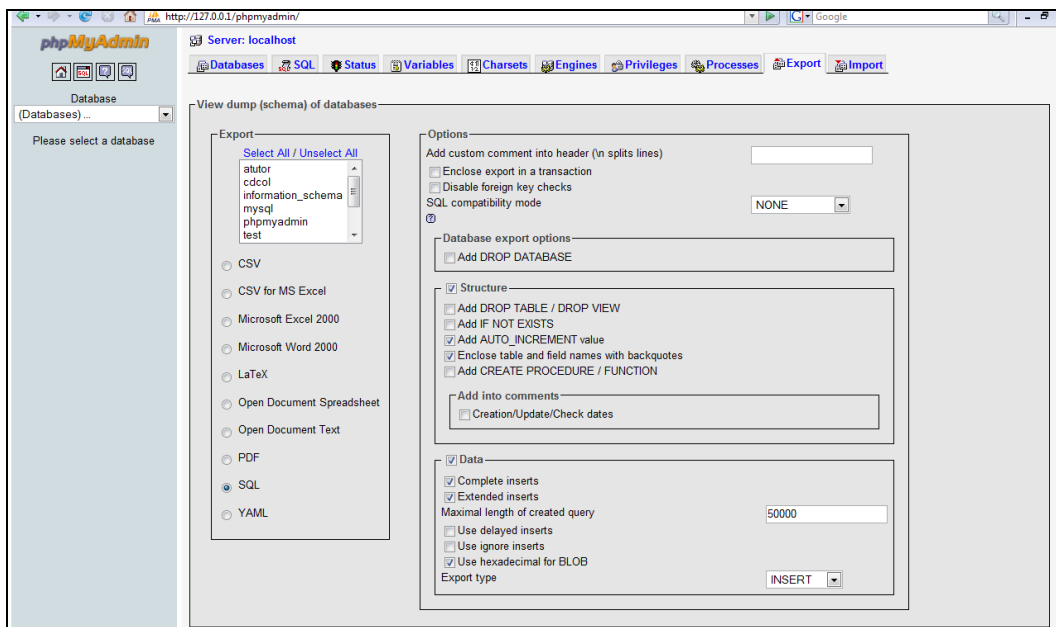
Pritiskom na sličicu koja pokazuje olovku omogućava nam se da pređemo na stranu koja prikazuje detaljno definisanje prava korisnika u radu sa bazom podataka te njihove šifre za ulazak u samu bazu podataka.



prikaz ekrana za detaljni definisanje privilegija korisnika u administriranju baza podataka

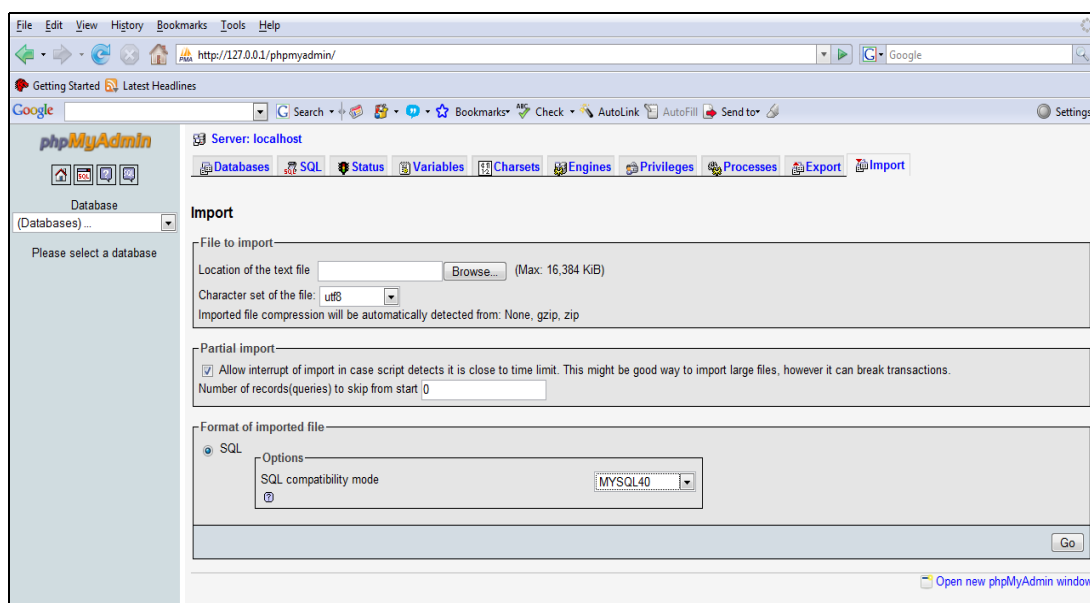
Na ovoj strani imamo vrlo detaljan pregled najrazličitijih privilegija koje jedan korisnik može da ima u administriranju podataka te definisanjem njegove lozinke. Veoma je važno da je lozinka tajna i da se time obezbeđuje precizno određenje privilegija u administriranju bazama podataka. Određene lozinke se mogu po potrebi

čuvati na bezbednom mestu kako bi ovlašćene osobe mogle u posebnom trenutku da pristupe bazi i dođu do važnih podataka. Baze podataka koje se nalaze na lokalnom kompjuteru, u lokalnoj mreži ili na Internetu, mogu se izvesti u format koji se može koristiti na lokalnom kompjuteru. Aplikacija *phpMyAdmin* omogućava da se baza podataka izveze u formatima za *OpenOffice*, PDF formatu te drugim formatima za korišćenje u drugim programima.



izvoz baze podataka u raznim formatima omogućava laku upotrebu u drugim programima

Uvoz baza podataka iz jednog formata u drugi omogućava lakšu migraciju baza podataka između više sistema što značajno štedi vreme administraciju baza podataka. Kod uvoza većih baza podataka na server na Internetu potrebno je imati dovoljno brzu vezu za upload na udaljeni server. Program potpuno isto funkcioniše i izgleda bez obzira na način kako mu korisnici pristupaju; putem lokalne mreže ili interneta.



uvoz baze podataka sa opcijama kompatibilnosti omogućava laku migraciju baza podataka između više sistema

Kod uploada baza podataka važno je napomenuti da ADSL i ISDN konekcije nemaju veliku brzinu za upload podataka. Ta brzina je obično nekoliko puta manja od brzine prevlačenja podataka na lokalni kompjuter. Telefonska dial-up konekcija ima veoma sporu vezu pa se može preporučiti samo za upload i prevlačenje malih baza podataka. Kablovske i bežične Internet konekcije mogu imati sasvim brzu konekciju za upload, te se njima mogu prenositi čak i veće baze podataka.

Svaka baza podataka se sastoji od tabela i zbog toga je vrlo važno da se administriranje tabela vrši veoma jednostavno.

Razne web aplikacije za učenje na daljinu, sistemi za upravljanje sadržajem (CMS - Content Management System), forumi, blogovi, galerije fotografija i sl. često imaju veliki broj tabela. Upravljanje tabelama u tim sistemima bi bilo veoma dugotrajan i kompleksan posao da nije grafičkog okruženja *phpMyAdmin* aplikacije. Na levoj strani se u meniju odabere baza podataka čije tabele treba da administriramo. Nakon toga, tabele možemo lako da administriramo odabiranjem sličica za izmene, brisanje, ili druge operacije. Donja slika prikazuje tabele web aplikacije *ATutor*. *ATutor* je sistem za učenje na daljinu i upravljanje kursevima i edukativnim aktivnostima u web okruženju po kriterijima pristupačnosti i za osobe sa invaliditetom. S obzirom da on ima u sebi razne alate za praćenje i vođenje obrazovnog procesa potrebno je da ima dosta tabela kako bi mogla svaka aktivnost da se posebno evidentira i čuva u bazi radi praćenja obrazovnog procesa za svakog učenika odnosno studenta. Upravljanje ovakvim sistemom i bazom podataka sa brojnim tabelama bi bilo veoma teško da nije *phpMyAdmin* mogućnosti za lakše upravljanje bazama podataka.

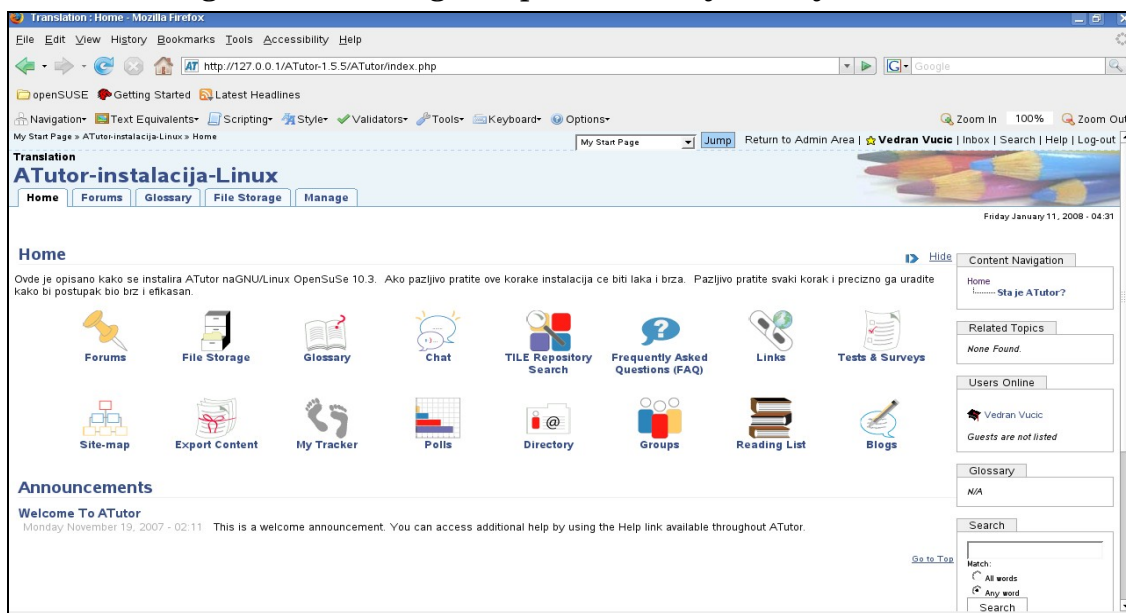
The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a database named 'atutor'. The left sidebar lists various tables and their columns. The main area displays a table with columns: Table, Action, Records, Type, Collation, Size, and Overhead. The table lists various tables from the 'atutor' database, including 'at_admins', 'at_admin_log', 'at_assignments', 'at_backups', 'at_blog_posts', 'at_blog_posts_comments', 'at_config', 'at_content', 'at_courses', 'at_course_access', 'at_course_cats', 'at_course_enrollment', 'at_course_stats', 'at_external_resources', 'at_files', 'at_files_comments', 'at_files_storage_groups', 'at_folders', 'at_forums', 'at_forums_accessed', 'at_forums_courses', 'at_forums_groups', 'at_forums_subscriptions', 'at_forums_threads', 'at_glossary', 'at_groups', 'at_groups_members', 'at_groups_types', 'at_handbook_notes', 'at_instructor_approvals', and 'at_languages'.

Table	Action	Records	Type	Collation	Size	Overhead
at_admins		1	MyISAM	utf8_general_ci	2.1 KiB	-
at_admin_log		1	MyISAM	utf8_general_ci	2.1 KiB	-
at_assignments		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_backups		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_blog_posts		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_blog_posts_comments		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_config		5	MyISAM	utf8_general_ci	6.2 KiB	-
at_content		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_courses		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_course_access		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_course_cats		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_course_enrollment		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_course_stats		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_external_resources		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_files		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_files_comments		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_files_storage_groups		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_folders		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_forums		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_forums_accessed		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_forums_courses		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_forums_groups		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_forums_subscriptions		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_forums_threads		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_glossary		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_groups		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_groups_members		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_groups_types		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_handbook_notes		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_instructor_approvals		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-
at_languages		0	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 KiB	-

upravljanje tabelama unutar baze podataka je veoma jednostavno u aplikaciji *phpMyAdmin*

Korišćenje programa koji se koriste u web interfejsu, unutar samog programa kao što je Firefox, izgleda kao da se koristi Internet sajt. Ovi programi izgledaju isto, bilo da je rec o pristupu kroz lokalnu mrežu i putem Interneta , ili se nalaze na lokalnom kompjuteru. On izgleda isto.

Upisivanje podataka u takav sistem, automatski upisuje podatke u bazu podataka. Budući da je ATutor LCMS (*Learning Content Management System*) *sadržaj za učenje (Learning Content)* se u njega unosi putem ugrađenog editora, koji podseća na klasičan editor tekst. ATutor ima u sebi module za blog, forum, čet i razne druge i svaki od modula automatski kreira drugu tabelu u bazi podataka, koja se puni sadržajem onako kako mi koristimo te module ili unosimo sadržaj sami, putem tastature. Na ovaj način umetnici mogu mlađim kolegama prenositi svoja znanja i iskustva.



ATutor je sistem za kreiranje i vođenje edukativnih procesa po standardima web pristupačnosti

Kompjuterske mreže i mrežni servisi

Savremena upotreba informacionih tehnologija je veoma tesno povezana sa telekomunikacijama i prenosom informacija na udaljene kompjutere ili druge uređaje koji imaju svojstva kompjutera. Intenzivno povezivanje u mreže nije slučajno. Nastalo je kao rezultat dugogodišnjeg razvojnog napora velikog broja naučnika iz celog sveta. Potreba za umrežavanjem je počela još početkom dvadesetog veka.

Prvi eksperimenti povezivanja kompjutera telefonskom linijom su vršeni još polovinom dvadesetog veka. Svega nekoliko godina kasnije proizvođači kompjutera pronalaze načine da njihovi kompjuteri međusobno komuniciraju. Svaki proizvođač je imao svoje komunikacijske protokole koji su bili poslovna tajna, svoje uređaje za povezivanje i ostalu opremu nužnu za upravljanje takvim mrežama. Kompjuteri koje su napravili različiti proizvođači nisu mogli da međusobno komuniciraju. Pojavila se potreba za međupovezivanjem različitih kompjuterskih mreža i stvaranjem tehnologije koja bi povezivala različite kompjuterske mreže i od njih učinila jedinstvenu celinu. Takva jedinstvena koordinisana celina bi se zvala *međumreža* ili *Internet*.

Početkom sedamdesetih godina *Agencija za napredne istraživačke projekte*

(ARPA - *Advanced research Projects Agency*) finansira istraživanja koja bi rezultirala kreiranjem tehnologije koja bi omogućila ovakvo povezivanje. Prvi rezultati se testiraju stvaranjem jedne takve mreže koja se u početku zvala *ARPANET*. Ubrzo se pojavljuje i mreža za vojne potrebe koja se zvala *MILNET*. Paralelno sa razvojem istraživanja u mrežnim kompjuterskim komunikacijama se razvijaju i operativni sistemi. Posebno je važan *UNIX* kao i *BSD UNIX*. *BSD UNIX* uvodi jednu revolucionarnu koncepciju koja omogućava da programi u operativnom sistemu mogu međusobno da komuniciraju putem mrežnih protokola, čime se omogućava da programi ostvaruju svoje funkcije u mrežnoj komunikaciji.

Ta koncepcija je prisutna u raznim operativnim sistemima kao što je *AIX*, *HPUX*, *IRIX*, *GNU/Linux*, *FreeBSD*, *OpenBSD*, *NetBSD*, *Solaris* i delimično u nekim verzijama *Microsoft Windows*. Operativni sistemi koji su zasnovani na ovoj koncepciji se intenzivno koriste u telekomunikacijskim aktivnostima.

Skup komunikacijskih protokola koji definišu funkcionisanje Interneta se zove *TCP/IP* (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). Tehnička specifikacija ovih protokola je javna i može se detaljno izučavati. Razlog za to nije slučajan. Jedna od početnih ideja autora je bila da povezivanje kompjuterskih mreža ne bude vlasništvo nijedne kompanije kako niko ne bi mogao da vlasničkim pravima ograniči međupovezivanje kompjuterskih mreža. Tehnička dokumentacija vezana za funkcionisanje Interneta se nalazi na Internetu. Ti dokumenti se zovu *RFC* - *Request for Comments*. Ti dokumenti su tehničke specifikacije, zahtevi za uvođenje novih protokola, uputstva za upotrebu određenih komunikacijskih protokola i slično. Budući da Internet početkom devedesetih godina prerasta okvire finansiranja od strane vlade SAD formira se Internet društvo kao međunarodna nevladina organizacija, koja je imala zadatak da privuče ljude da koriste Internet. Posebno odeljenje u Internet društvu se bavi razvojem standarda i tehnologija, koji omogućavaju i osobama sa invaliditetom korišćenje Interneta. Rast Interneta je veoma brz i donja tabela govori o trendu rasta Interneta.

Godina	Broj mreža	Broj kompjutera	Broj korisnika	Broj menadžera
1980	10	100	100	1
1990	1000	100 000	1 000 000	10
2000	100 000	10 000 000	100 000 000	100

Detalji tehnologije TCP/IP

U mrežnim komunikacijama obično govorimo o dva pristupa komunikacijama:

komunikacija orijentisana na konekciju - ova komunikacija se izvršava kao i komunikacija telefonom. Oba kompjutera moraju biti u komunikaciji da bi se izvršila razmena informacija.

komunikacija koja se odvija bez konekcije - ova komunikacija se izvršava tako što se informacija podeli na *pakete* od svega nekoliko stotina bajtova koji se šalju do odredišta koje u tom trenutku ne mora biti u direktnoj konekciji sa kompjuterom koji šalje *pakete*.

Slanje veoma malih *paketa* informacija preko Interneta je dominantan oblik komuniciranja, koji se u početku obavljao korišćenjem *Ethernet* tehnologije. *Ethernet* (*Ethernet*) je definisan najpre početkom sedamdesetih godina dvadesetog veka u kompaniji Xerox. Godine 1978. Xerox, Intel i DEC standardizuju Ethernet. U Ethernet tehnologiji kablovi su u potpuno pasivni, a neophodna elektronika za omogućavanje i upravljanje konekcijom se nalazila u kompjuterima spojenih *ether* kablom. Razvoj Ethernet tehnologije omogućava prenos od 10Mbps (deset Megabita po sekundi), a ubrzo da se brzina odvija 100Mbps a krajem devedesetih godina dvadesetog veka se pojavljuju mrežni uređaji sa prenosom od 1 i više Gbps (Gigabit po sekundi). Savremeni kompjuteri imaju u sebi mrežne kartice pravljene za gigabitnu komunikaciju.

Ethernet tehnologija je oblikovana tako da omogućava:

da se svi kompjuteri u nekoj mreži vezuju na jedan kompjuter ili uređaj preko kojeg se vrši komunikacija,

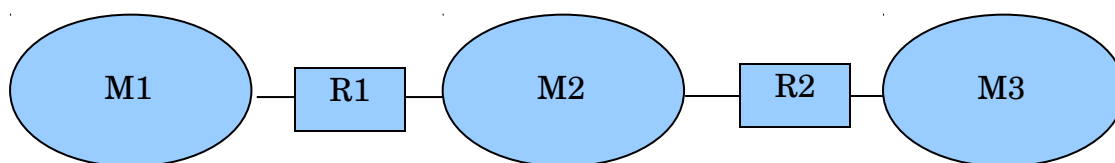
da svaki kompjuter može odjednom svima da šalje informacije

da nijedan kompjuter u toku svoje komunikacije ne može da spreči druge kompjutere da započnu komunikaciju

Primena ovih principa omogućava distribuciju audio i MIDI signala u mreži, potrebu za učenjem o serverskim aplikacijama i operativnim sistemima koji omogućavaju efikasno korišćenje Internet servisa kao što su *www*, *ftp*, *streaming*, *E-mail*, *remote login*, *peer to peer* i sl.

U mrežnoj komunikaciji, svaka mrežna karta i mrežni uređaj imaju svoju jedinstvenu fizičku adresu. Ta adresa je izražena heksadecimalnim brojem i naziva se *MAC adresa* (*MAC* - *media access*). *MAC adresa* je fabrički upisana u mrežnu kartu i ne može se izbrisati iako postoje tehnike da se ona zamaskira i ne pokaže u toku mrežne komunikacije.

Komunikaciju između mreža obavljaju uređaji ili kompjuteri koji se zovu *Internet Gateway* ili *Router* (*gejtvej* ili *ruter*). Ovi uređaji ne komuniciraju sa kompjuterima unutar samih mreža nego samo sa mrežama kao celinama. Donja slika prikazuje kako dva rutera (R1 i R2) spajaju tri kompjuterske mreže (M1, M2 i M3).



tri mreže M1, M2, M3 povezane ruterima R1 i R2

Situacija opisana u gornjoj slici je veoma česta, jer se ceo Internet sastoji od ogromnog broja kompjuterskih mreža povezanih ruterima. Da bi se omogućilo efikasno funkcionisanje u ovakvim mrežama naučnici koji su stvarali Internet protokole su predvideli načine za razne hijerarhije i mogućnosti takvih međumrežnih komunikacija. U osnovi se sastoji specifičan način adresiranja kompjutera. Adrese koje se još zovu *IP brojevi* su podeljene u *klase*. Svaki kompjuter se identifikuje pomoću sopstvenog

imena, adrese i rute (putanje). Ime označava šta je taj objekat-kompjuter, adresa označava gde je taj objekat-kompjuter, a ruta označava putanju kako doći do tog objekta-kompjutera. Raspodelu i evidenciju adresa vrši organizacija koja se zove ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers), a adrese su 32-bitne adrese koje se prikazuju u obliku koji je razumljiv za običnog čoveka. Tako se adresa nekog kompjutera u mreži sa adresom

10000000 00001010 00000010 00011110

čita kao 128.10.2.30 .

Ovakav način interpretiranja adresa koriste svi kompjuterski programi u onom delu kojim upravlja običan korisnik. Tabela klasa adresa opsega pokazuje moguće veličine mreža:

Klasa	Najniža adresa	Najviša adresa
A	1.0.0.0	126.0.0.0
B	128.1.0.0	191.255.0.0
C	192.0.1.0	223.255.255.0
D	224.0.0.0	239.255.255.255
E	240.0.0.0	255.255.255.254

Tabela prikazuje originalnu raspodelu klasa. neke vrednosti IP adresa su rezervisane za posebne namene

U situacijama kada neka mreža ima nekoliko podmreža onda se za kompjutere u toj podmreži koriste adrese iz C klase. One se još nazivaju privatni brojevi, jer služe za tu namenu i oni se kao takvi ne vide na Internetu nego se vidi samo onaj broj kompjutera preko kojeg se izlazi na Internet.

Ako u galeriji imamo dve podmreže, jednu za upravu galerije, a jednu za umetnički rad onda je dovoljno da samo jedan kompjuter ima IP adresu koja se vidi na Internetu dok ostali kompjuteri mogu imati adrese iz C klase. Najčešće se daju IP adrese koje počinju sa 192.168...

Tako kompjuter preko kojeg se izlazi na Internet može posedovati dve mrežne karte. Jednoj mrežnoj karti ćemo dodeliti privatni broj npr. 192.168.2.1, a drugoj mrežnoj karti možemo da dodelimo IP broj koji se vidi na Internetu na primer 217.24.40.35 (ovaj broj dodeljuje Internet provajder prema raspoloživosti brojeva koji su mu dodeljeni). Svi ostali kompjuteri u podmrežama mogu da imaju brojeve 192.168.2.2, 192.168.2.3 i slično. Postoji mogućnost da kompjuter koji služi za povezivanje sa Internetom dodeljuje samostalno privatne brojeve kompjuterima u podmrežama putem takozvanog *DHCP* protokola.

U nekoj galeriji podmreže mogu imati nekoliko štampača, skenera i drugih uređaja povezanih na kompjutere, a često mogu biti i odvojene zbog različitih ovlašćenja pristupa podacima (podaci koje poseduje psiholog ili računovodstvo ne treba da budu dostupni svima u svakom trenutku).

U takvim situacijama se zbog eventualnih nestabilnosti kompjutera sa *DHCP*

protokolom više preporučuje da se dodele fiksni IP brojevi za svaki kompjuter i prema njima odrede načini komunikacije između kompjutera u podmrežama.

Gotovo sve vrste *GNU/Linux* operativnog sistema imaju grafički i tekstualni interfejs za definisanje mrežnih parametara, pa je važno vežbanje u mreži bez obzira koliko kompjuterska mreža u galeriji bila mala. Kompjuterska mreža od tri personalna kompjutera je ipak mreža u kojoj se može vežbati. S obzirom na fleksibilnost *GNU/Linux* operativnog sistema čak i stariji kompjuteri od 166 Mhz se mogu koristiti za vežbanje mrežnih komunikacija.

Važno je vežbati podešavanje mrežnih parametara koristeći tekstualni i grafički interfejs. OpenSuse GNU/Linux ima administratorski alat koji se zove Yast i koji postoji u grafičkom i tekstualnom modu. U zavisnosti od vrste GNU/Linux-a, koji koristite, sam izgled interfejsa može se malo razlikovati, ali su osnovni parametri isti.

Veoma je važno imati jasnu koncepciju funkcije naše mreže, a onda prema toj koncepciji birati parametre za kompjutersku mrežu.

Međutim, mrežna komunikacija se ne završava definisanjem parametara za našu mrežu nego svojom efikasnom upotrebom. Kako se razmena informacija obavlja pomoću veoma malih paketa, potrebno je da se po primitku paketa izvrši razvrstavanje po programu koji te pakete treba da pročita i predstavi u obliku razumljivom za korisnike.

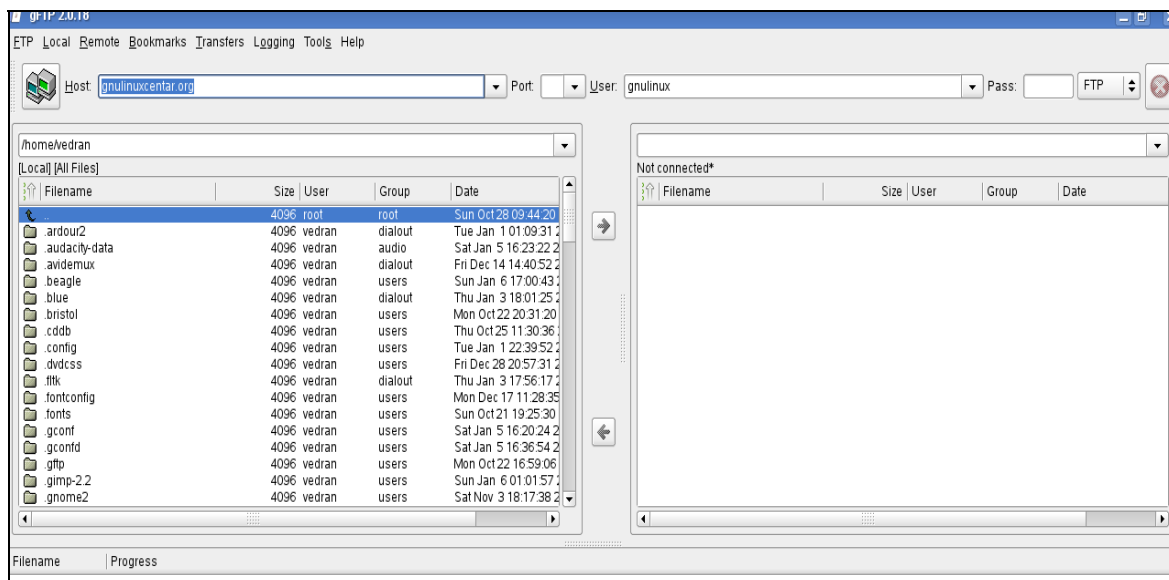
Da bi paketi stigli do programa namenjenih za njihovo predstavljanje korisniku, moraju proći kroz *portove*. Važno je napomenuti da ti portovi nisu fizički portovi nego komunikacioni segmenti, specifično određeni za posebne oblike informacija. Dosledno toj koncepciji *www* komunikacija se odvija preko porta 80, *ftp* komunikacija se odvija preko porta 21, slanje elektronske pošte preko porta 25, primanje elektronske pošte preko porta 110 (neki Internet provajderi definišu i port 995 za ovu namenu) itd. Dolaskom prenesene informacije do programa omogućava se da program informaciju predstavi korisniku na razumljiv način što i jeste osnovna svrha kompjuterskih mreža.

Internet servisi

Prenos datoteka sa jednog kompjutera na drugi se izvršava pomoću programa *gftp*. Na levoj strani se vide datoteke na lokalnom kompjuteru, a na desnoj strani se vide datoteke na udaljenom kompjuteru.

Adresu udaljenog kompjutera pišemo u polje *Host*, naše korisničko ime na tom kompjuteru u polje *User*, a lozinku u polje *Pass*. Ako želimo da prebacimo datoteku sa lokalnog kompjutera na udaljeni kompjuter potrebno je najpre da odaberemo na levoj strani ekrana datoteku koju želimo da prebacimo, a da na desnoj strani odaberemo tačnu lokaciju u koju želimo da smestimo datoteku sa lokalnog kompjutera i nakon toga da u sredini grafičkog interfejsa programa pritisnemo dugme *->*. Ako želimo neku datoteku da prebacimo sa udaljenog kompjutera u lokalni, onda odaberemo tu datoteku na desnoj strani ekrana, odaberemo lokaciju na levoj strani ekrana, koja prikazuje lokacije u našem lokalnom kompjuteru, i onda pritisnemo dugme *<-*.

Ovakva vrsta komunikacije je *ftp* komunikacija koja se obavlja preko porta 21.

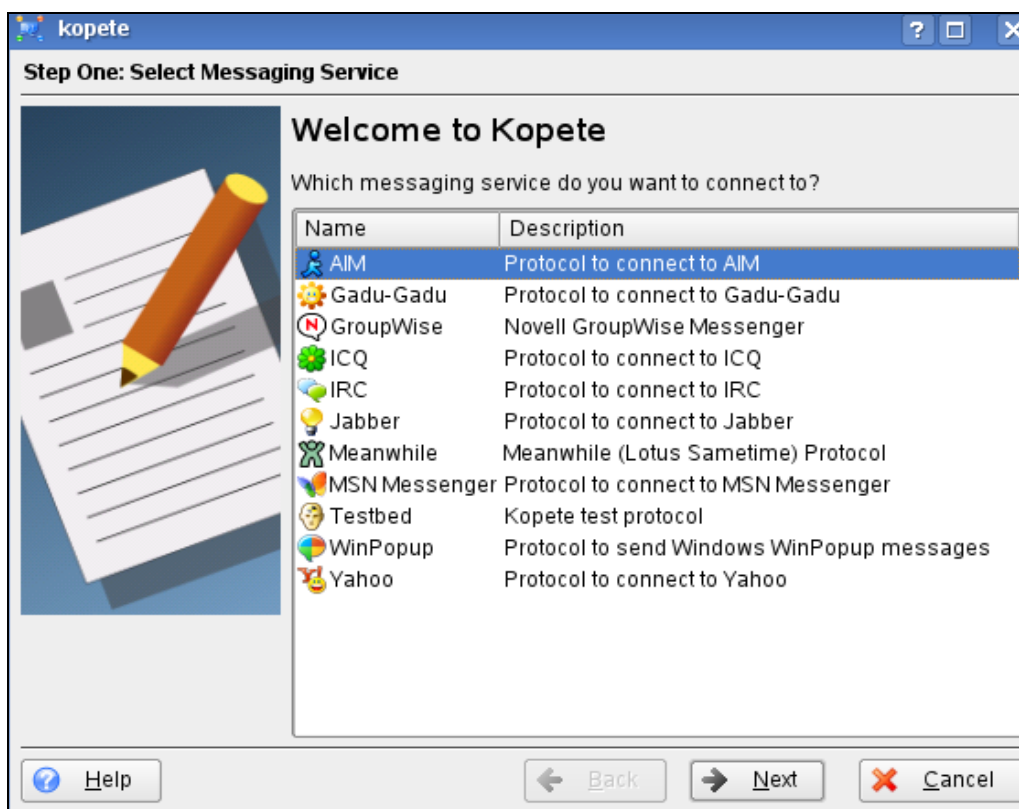


prikaz ekrana za izvršavanje transfera datoteka sa lokalnog kompjutera na udaljeni i obrnuto

U GNU/Linux operativnom sistemu postoji nekoliko programa za pregledavanje WWW sadržaja, a među najpoznatijima je *Firefox*. U duhu operativnog sistema GNU/Linux je da se posećuju sajtovi u obrazovne svrhe sa tzv. bibliotekama otvorenog pristupa. Umetnici mogu posećivati sajtove sa besplatnim partiturama, sajtove sa kursevima o informatici, zvuku, elektronici i sl. Poseban tehnološki i socijalni aspekt Internet tehnologija čini poštovanje *standarda pristupačnosti* koji omogućavaju osobama sa invaliditetom da nesmetano koriste Internet. Ovi standardi su prihvaćeni i od strane OUN, pa čine sastavni deo konvencije, koja se bavi pitanjima sprečavanja diskriminacije osoba sa invaliditetom.

Veoma važan način korišćenja Internet servisa je razmena pisanih poruka u realnom vremenu (*real time*) sa drugim ljudima. Iako ima više načina kako se to može raditi u lokalnoj mreži ili na Internetu, najčešći način je putem *IRC (Internet Relay Chat) ćaskanja*. Ovaj servis koristi port 6667 i pokazao se veoma prisutnim, uprkos razvoju niza drugih Internet servisa. Ovaj način komunikacije je doživeo svoj procvat u porastu najrazličitijih oblika sličnih komunikacija i protokola kao što je ICQ, MSN Messenger, Yahoo Messenger, Jabber i drugi.

U GNU/Linux operativnom sistemu postoje brojni programi za ovakvu vrstu komunikacije koji rade u grafičkom okruženju ili u terminalu u tekstualnom okruženju. U te programe spadaju *Xchat*, *Konversation*, *Chatzilla*, *IIRC*, *Kopete*, *irsii* i mnogi drugi. Posebni IRC serveri služe za ovakvu vrstu komunikacije. Tako je IRC server Freenode posebno posvećen pitanjima razvoja, i upotrebe slobodnog softvera. Zahvaljujući slobodi softvera za kreiranje IRC servera svako može imati svoj IRC Server i okupljati i kreirati zajednice ljudi koji se bave pojedinim pitanjima i žele da razgovaraju o njima koristeći *chat* Internet servis. Korisnici OpenSuse GNU/Linux-a imaju mogućnost da se prilikom pokretanja aplikacije *Konversation* automatski povežu sa kanalom gde se daje podrška za OpenSuse, tako da tu mogu postavljati pitanja i pomoć u upotrebi programa.



program Kopete daje niz mogućnosti za pismenu razmenu poruka u realnom vremenu

Istovremena distribucija informacija na više kompjutera

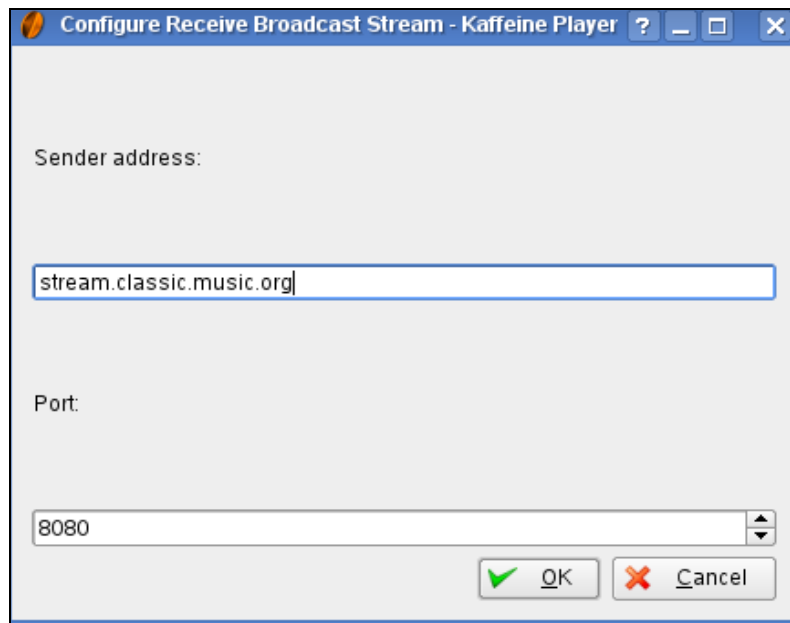
Jedan od osnovnih principa funkcionisanja kompjuterskih mreža je mogućnost da se neka informacija šalje na više kompjutera odjednom. Ova osobina može biti posebno važna za savremene umetnike, jer im omogućava da bolje predstavljaju svoj umetnički rad koristeći Internet. Ovakva vrsta komunikacije ima u osnovi tri oblika:

broadcast - istovremeno slanje informacije svim kompjuterima u mreži

multicast - isto kao i broadcast, ali u multicast obliku članovi mreže imaju mogućnost da odluče hoće li će da prime informaciju ili ne.

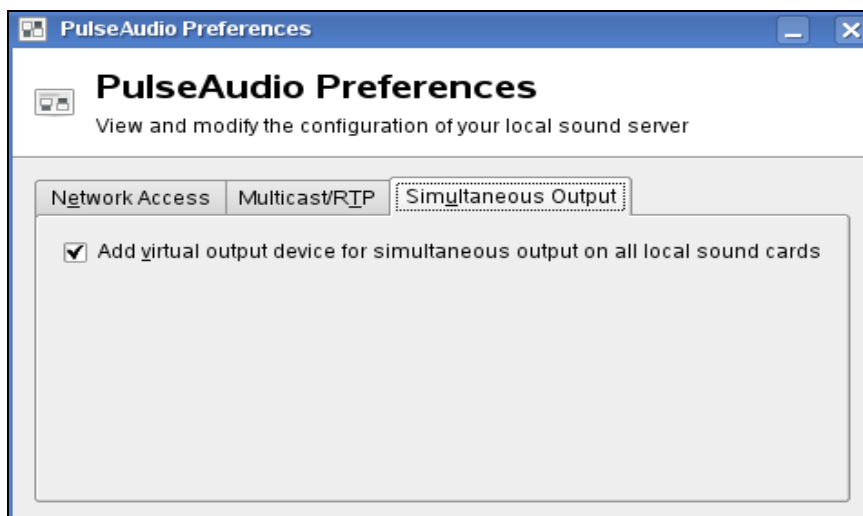
unicast - slanje informacije samo jednom kompjuteru u kompjuterskoj mreži

Iako svaki od ovih oblika može imati određene varijacije i specifičnosti često se koristi termin *streaming* koji opisuje ove vrste aktivnosti. U GNU/Linux operativnom sistemu postoji nekoliko aplikacija koje mogu da vrše ovakvo slanje informacija, a media player *Kaffeine* u meniju File ima opciju da se podese parametri za primanje takvih informacija, ali i za slanje informacija. *Kaffeine* po pretpostavljenim parametrima koristi port 8080. Korišćenjem ove tehnologije, razne vrste izvođenja, snimci kompozicija, koncerata, mogu se emitovati putem kompjuterske mreže bilo gde u svetu. Važno je napomenuti da je potrebno voditi računa o brzini Internet konekcije. Ova vrsta aktivnosti se neće moći uspešno izvršiti preko klasične dial-up konekcije na Internet.



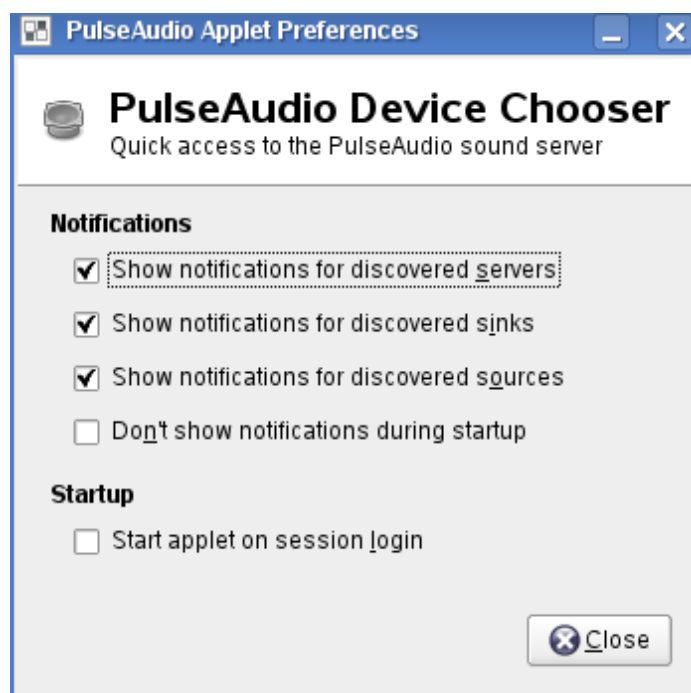
podešavanje prijema broadcast u media plejeru Kaffeine

Za uspješno učenje i vežbanje primene ove tehnologije se može koristiti program Pulse Audio, koji daje veće mogućnosti komunikacije, davanja na raspolaganje resursa zvučne karte za mrežnu distribuciju audio signala.



Pulse Audio omogućava podešavanje raznih načina izvršavanja broadcast, multicast tehnologija

Ukoliko u kompjuterskoj mreži postoji više kompjutera koji su osposobljeni za slanje i prijem audio signala korišćenjem multicast, broadcast i unicast tehnologija svaki novi član mreže može da izvrši detekciju o spremnosti drugih kompjutera u mreži, da primi ili pošalje audio signal. Na taj način se mogu realizovati i složenija interaktivna umetnička dela.



detekcija potencijala mreže je važan preduslov za uspešno funkcionisanje

Specifičan oblik komunikacije koristeći *broadcast*, *multicast* i *unicast* tehnologije je moguće ostvariti korišćenjem *VoIP* (*Voice over IP*). Putem ovog načina komuniciranja Internet služi za prenos glasa kao u toku telefonskog razgovora na jednu adresu ili na više adresa odjednom.

Komunikacija se može uspostavljati pozivom na telefonski broj putem kompjuterskog programa pozivom na telefonski broj putem kompjuterskog programa, ali se komunikacija može uspostaviti i između dva kompjutera. Savremeni razvoj ove tehnologije je doveo do mogućnosti da se korišćenjem ovog servisa obavlja i chat servis, šalju SMS poruke, ali i vrši takozvani konferencijski razgovor slanjem audio signala - glasa sa ili bez dodatne video slike. Na taj način se *streaming* tehnologija upotrebljava za audio, tekstualnu i video razmenu informacija između jednog ili više učesnika u komunikaciji.

Načini povezivanja na Internet

Povezivanje na Internet je izuzetno važno ne samo zbog sticanja informacija i znanja nego i zbog jedne veoma važne činjenice. Naime, početkom sedamdesetih godina dvadesetog veka ljudi koji su se bavili razvojem BSD UNIXa su napravili softversku *utičnicu* (*socket*), koja je omogućila kompjuterskim programima da komuniciraju sa mrežnim interfejsom. Samim time, sve je postalo mreža i konekcija na Internet je oblik realizacije potencijala operativnih sistema u kojima je koncepcija mreže dosledno primenjena. GNU/Linux, FreeBSD, OpenBSD, Plan9 i slični operativni sistemi su tipičan primer dosledne primene mrežne koncepcije.

Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) je način povezivanja na Internet koji ima sve veće prisustvo u komunikacionoj tehnologiji prenosa podataka koja omogućava brži i efikasniji prenos podataka kroz bakarne telefonske žice. Takva efikasnost se postiže tako što se ADSL koristi u telefonskoj vezi frekvencija koje se inače ne koriste za običan telefonski razgovor kojim se prenosi glas. Na taj način telefonski razgovor i prenos podataka mogu se istovremeno koristiti. Međutim, da bi se takvo korišćenje telefonske linije koristilo uspešno, potrebno je da se ugradi mali uređaj *razdelnik* (*splitter*), koji razdvaja frekventne opsege potrebne za prenos glasa putem telefona i frekventnog opsega za prenos podataka putem ADSL konekcije. Jedna linija iz razdelnika se spaja na ADSL modem, priključen na kompjuter, a druga linija se spaja na telefon koji služi za prenos glasa u klasičnim telefonskim pozivima. Konekcija iz razdelnika može da se priključi i na ADSL ruter. ADSL ruter je integrisan modem i ruter u jednom uređaju. On ima Ethernet konektor i može da se priključi u druge mrežne uređaje što omogućava da se kompjuterske mreže mogu putem ADSL rutera spojiti na Internet. Važno je napomenuti da slovo A u ADSL znači da je ta ADSL veza *asimetrična*. Ova *asimetričnost* u stvari znači da su različite brzine prevlačenja (*downstream*) podataka sa Interneta od brzine postavljanja (*upstream*) podataka na Internet. Frekventni opseg od 25.875 kHz do 138 kHz se koristi za *upstream* dok se frekventni opseg od 138kHz do 1104kHz koristi za *downstream*.

Budući da upstream i downstream rade istovremeno kažemo da je ova konekcija *full duplex*. ADSL konekcija u praksi ima takozvani *stepen agregacije* koji je faktor koji opisuje koliko je puta brži downstream od upstream konekcije. Upravo zbog toga ADSL, na primer, ima brzinu 512/64 kb/s što znači da je *downstream* 512 kilobita u sekundi, dok je *upstream* 64 kilobita u sekundi. O ovom omeru treba posebno voditi računa želimo da omogućimo drugima da sa našeg kompjutera uzimaju podatke, na primer kompozicije, snimke koncerata i slično. U tom slučaju naš kompjuter će omogućiti da se ti podaci uzimaju brzinom od 64 kilobita u sekundi.

Integrated Services Digital Network (ISDN), koji ima originalan naziv koji potiče od nemačkog *Integriertes Sprach- und Datennetz* ("nemački izraz za *"Integrated Speech and Data Net"*"), je specifičan oblik povezivanja na Internet koji omogućava digitalan prenos glasa i podataka preko bakarne telefonske žice. Ovaj način prenosa glasa i podataka je uveden krajem osamdesetih godina prošlog veka i možemo reći da je to u stvari celi niz protokola, koji omogućavaju prenos glasa od 64 kilobita po sekundi i 128 kilobita po sekundi kod Internet konekcije. Putem ISDN modem konekcije se može

istovremeno prenositi glas, video i tekst u obliku konferencije. Prenos glasa je digitalan, za razliku od klasične telefonske linije gde je prenos glasa analogan. ISDN zbog toga ima kvalitetniji prenos glasa od klasične analogne telefonske linije. S obzirom na sve brži razvoj ADSL mreže prisutnost ISDN servisa je u opadanju iako je još uvek raširen u Nemačkoj i Francuskoj u ruralnim oblastima.

Kablovska Internet konekcija je konekcija koja se prenosi kablovskim modemom koji koristi neiskorišćene frekventne opsege u mreži za prenos kablovskog TV signala. Neki kablovski modemi mogu da funkcionišu kao ruteri pa samim time omogućavaju mrežno spajanje više kompjutera u mrežu i njihovo korišćenje Internet servisa. Kablovska konekcija je takođe *asimetrična* što znači da je brzina za *upstream* mnogo manja od brzine za *downstream*. Prilikom zakupa takvog servisa od Internet provajdera, treba obratiti pažnju na *stepen asimetričnosti* kako bi se izbegla situacija da brzina davanja podataka bude neefikasna. Ova brzina neće biti neefikasna ako dajemo male količine podataka u obliku tekstualnih ili MIDI datoteka. Za davanje većih datoteka kao što je audio ili video datoteka, potrebno je imati veću *upstream* brzinu.